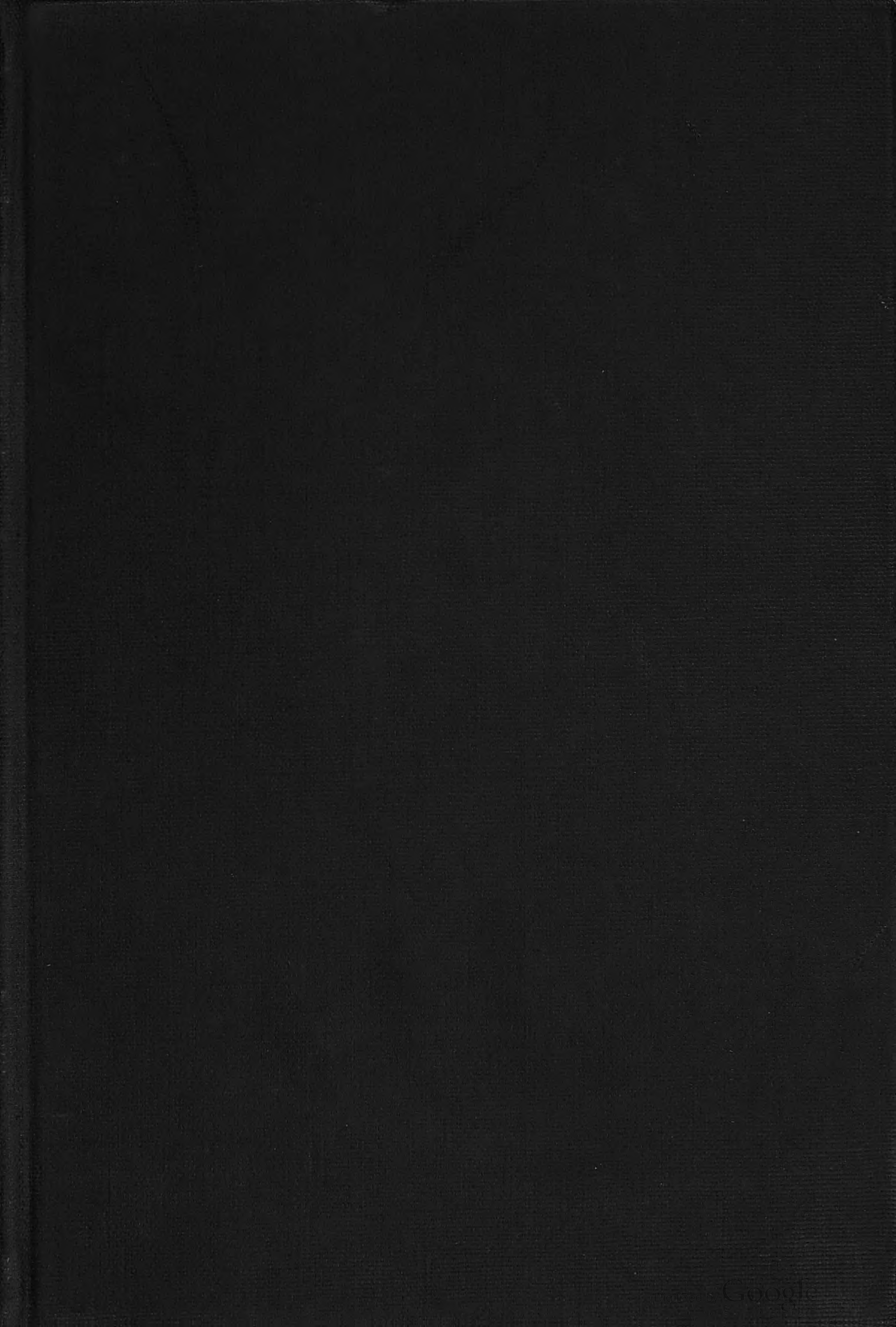


9

Fortschritte

auf dem Gebiete der

Röntgenstrahlen

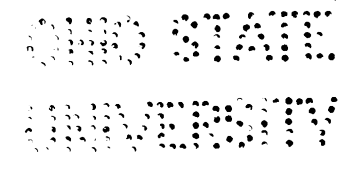
Unter Mitwirkung von

Prof. Dr. v. **Bergmann** in Marburg, Dr. **Christen** in München, Prof. Dr. **Dencke** in Hamburg, Prof. Dr. **Deycke** in Lübeck, Oberstabsarzt Dr. **Drüner** in Quierschied, Prof. Dr. **Eberlein** in Berlin, Prof. Dr. **G. Forssell** in Stockholm, Prof. Dr. **Forster** in Bern, Prof. Dr. **Eugen Fraenkel** in Hamburg, Prof. Dr. **L. Freund** in Wien, Prof. Dr. **Gocht** in Berlin, Prof. Dr. **Grashey** in München, Privatdoz. Dr. **Groedel** in Frankfurt a. M., Prof. Dr. **Haenisch** in Hamburg, Prof. Dr. **Holzknecht** in Wien, San.-Rat Dr. **Immelmann** in Berlin, Prof. Dr. **Kienböck** in Wien, Prof. Dr. **Klieneberger** in Zittau, Prof. Dr. **A. Köhler** in Wiesbaden, Prof. Dr. **Kölliker** in Leipzig, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **P. Krause** in Bonn, Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Kümmell** in Hamburg, Prof. Dr. **Küttner** in Breslau, Stabsarzt a. D. **Lambertz** in Berlin, Prof. Dr. v. **Laue** in Berlin, Prof. Dr. **Levy-Dorn** in Berlin, Prof. Dr. **J. E. Lilienfeld** in Leipzig, Privatdoz. Dr. **Lorey** in Hamburg, Prof. Dr. **Ludloff** in Breslau, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Oberst** in Halle, **G. E. Pfahler**, M. D. in Philadelphia, Prof. Dr. **H. Rieder** in München, Prof. Dr. **Rumpf** in Bonn, Generalstabsarzt Prof. Dr. v. **Schjerning** in Berlin, Prof. Dr. **F. Schultze** in Bonn, Hofrat Prof. Dr. **Sick** in Hamburg, Obergeneralarzt Dr. **Stechow** in Berlin, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Tillmanns** in Leipzig, Prof. Dr. **Voller** in Hamburg, Prof. Dr. **Walter** in Hamburg und Prof. Dr. **Wertheim-Salomonson** in Amsterdam

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Sechsundzwanzigster Band



Hamburg
Lucas Gräfe & Sillem
(Edmund Sillem)
1918—1919

Inhalt.

Namenregister.

(Die Ziffern verweisen auf die Seiten; ein * bedeutet Originalartikel.)

Sachregister.

Bei Benutzung des Sachregisters sind in den meisten Fällen sämtliche Abteilungen nachzusehen.

(Die Ziffern verweisen auf die Seiten.)

Therapie und pathologische Anatomie. Intensität und Dosierung. Physiologische Wirkungen.

Technik der Anwendungsweisen der Röntgenstrahlen. Physikalisches. Instrumentarium und Fabrikation.

Diagnostik und Kasuistik.

Vereine und Kongresse.

Bücherbesprechungen. Soziales.



Aus der medizinischen Klinik in Leipzig (Geheimrat v. Strümpell).

Hernia und Eventratio diaphragmatica[1]).

Von

Privatdozent Dr. H. Assmann.

(Hierzu Tafel I und II.)

Im Gegensatz zu der bereits aus den älteren Zusammenstellungen von Thoma und Laacher ersichtlichen großen Zahl der anatomisch beobachteten Fälle von Hernia diaphragmatica sind die Berichte über eine in vivo gestellten Diagnose dieses Krankheitsbildes verhältnismäßig spärlich. Leichtenstern hat zuerst 1874 an der Hand eines von ihm genau beobachteten Falles in systematischer Weise die physikalischen Symptome der Zwerchfellhernie geschildert und die Thema in so vollkommener und eingehender Weise behandelt, daß spätere Publikationen dieser klassischen Darstellung kein wesentliches neues Moment hinzuzufügen vermochten. Durch den Hinweis auf die Leichtensternsche Arbeit erübrigt sich daher auch hier eine allgemeine Besprechung aller physikalischen Merkmale, zumal die wichtigsten bei der Mitteilung eines einschlägigen Falles später erörtert werden sollen.

Eine wesentliche Bereicherung durch neuere und klare Kennzeichen erfuhr dagegen die Diagnostik der Zwerchfellhernie durch die Röntgenuntersuchung. Für ihren Wert spricht die Tatsache, daß nach ihrer allgemeinen Einführung seit der ersten Publikation von Hirsch die Anzahl der veröffentlichten in vivo diagnostizierten Fälle eine schnelle Zunahme aufzuweisen hatte. Abgesehen von den überhaupt jetzt erst klinisch erkannten Fällen von sog. Eventratio sind hier die Publikationen über Zwerchfellhernien von Becker, Damsch, Dietlen und Knierim, Eppinger, Harris und Klayton-Greene, Haudek, Herz, Kienböck (2 Fälle), Königer, Lotze-Riesel (fälschlich als Eventratio beschrieben), Otten und Schefold, Stover, Struppler, Waeli, Wieting zu nennen.

Die Literatur über Eventratio ist zuletzt 1913 in dem Sammelreferat von Bergmann zusammengefaßt, auf welches verwiesen wird.

Bei einigen Fällen ist eine Entscheidung, ob es sich um eine sog. Eventratio oder um eine Hernie handelt, schwer zu treffen bzw. von verschiedenen Autoren in demselben Falle in verschiedener Weise getroffen worden. Da gerade in diesem Punkte auch in der neueren Literatur sich noch manche Widersprüche finden, erscheint es angebracht, die wichtigsten hierüber veröffentlichten Beobachtungen und zwar besonders die durch spätere Autopsie oder Operation geklärten Fälle einer kritischen Sichtung zu unterziehen und hieraus ein Urteil über den Wert der zur Differentialdiagnose benutzten Momente abzuleiten. Zu einer Stellungnahme auf Grund eigener Erfahrung boten mir die nachstehend geschilderten Fälle sowie das Studium der im Archiv der medizinischen Klinik Leipzig aufbewahrten Röntgenplatten der Fälle von

---

[1]) Die Veröffentlichung der im Sommer 1914 fertiggestellten Arbeiten wurde durch Feldzugsteilnahme verzögert.

Hirsch und Lotze-Riesel, und endlich die Besichtigung mehrerer anatomischer Präparate aus dem pathologischen Institut Leipzig Gelegenheit, für deren Demonstration ich Herrn Geheimrat Marchand und Prof. Versé meinen ergebensten Dank ausspreche.

Differentialdiagnose zwischen Hernia und Eventratio diaphragmatica.

Der Unterschied zwischen einer Hernie und einer Eventratio (Cruveilhier) liegt im Verhalten des Zwerchfells. Dies zeigt bei der Hernie einen Defekt, durch den Brucheingeweide in die Brusthöhle eindringen, mögen sie von einem Bruchsack überzogen sein oder nicht (Hernia vera-spuria). Bei der Eventratio dagegen ist das Diaphragma in seiner Kontinuität erhalten, wenn auch meist erschlafft und verdünnt, und schließt die Baucheingeweide von der Brusthöhle ab.

Bei beiden Zuständen zeigt das Röntgenbild eine schmale bogenförmige Linie, die das obere Lungenfeld von einer darunterliegenden großen Aufhellung trennt, welche durch Luftansammlung im Magen, bisweilen auch zum kleineren Teil in einigen Partien des Dickdarms hervorgerufen wird. Hirsch, der den ersten derartigen Fall röntgenologisch untersuchte, faßte diese Linie als Ausdruck der oberen tangential getroffenen Magenwand auf und diagnostizierte daher eine Hernie, wobei er annahm, daß das Zwerchfell tiefer gelegen und im Abdominalschatten unerkennbar sei. Seiner Anschauung wurde von Hildebrand und Heß und Stauder widersprochen. Diese bezogen die bogenförmige Linie auf die Magenwand und die darüberliegende Zwerchfellkuppel zusammen und erklärten damit den Fall für eine Eventratio. Die im Jahre 1913 erfolgte von Eggeling publizierte anatomische Untersuchung des Falles gab den letzteren Autoren recht, indem tatsächlich eine Eventratio gefunden wurde. Die Bogenlinie ist demnach in diesem Falle als Summe von Magenwand und Zwerchfell aufzufassen. In ganz ähnlicher Weise stellte sich ein analoger von Wiedemann als Hernie bestimmter Fall durch die Operation von Körte als Eventratio heraus, wie dies in der Vorstellung von Fränkel und der Arbeit von Glaser geschildert ist. Umgekehrt wieder lehrt die Autopsie (Riesel), daß dem von Lotze als Eventratio diagnostizierten Falle eine Zwerchfellhernie zugrunde lag, hier also die bogenförmige Linie von der Magenwand allein gebildet wurde, wie dies Hirsch und Wiedemann bei ihren Fällen irrtümlich angenommen hatten. Diese Erfahrungen zwingen zu dem Schlusse, daß das Vorhandensein der charakteristischen bogenförmigen Schattenlinie zwischen Lungenfeld und Magenblase an sich keine Entscheidung zwischen Hernie und Eventratio zu treffen erlaubt.

Es ergab sich die Aufgabe nach anderen differentialdiagnostischen Momenten zu suchen. Herz glaubt in einer verschiedenen respiratorischen Bewegung der Linie ein unterscheidendes Merkmal zwischen beiden Zuständen erblicken zu können. Er beobachtete in einem Falle, daß bei jeder Inspiration sich der Magen nach unten, das Colon dagegen nach oben bewegte, und schloß daraus, daß der Magen unterhalb, das Colon dagegen oberhalb des Zwerchfells gelegen sei, also eine Zwerchfellhernie nur mit dem Colon als Bruchinhalt vorliege. Das Hinabrücken des Magens führt er auf Kontraktion des Zwerchfells zurück, die Aufwärtsbewegung des Colon auf Ansaugung vom Brustraum aus infolge der inspiratorischen Zunahme des negativen Druckes. Zweifellos erscheint diese Erklärung physikalisch begründet und es soll auch die Richtigkeit der Deutung des Herzschen Falles selbst nicht in Abrede gestellt werden. Nicht statthaft ist indes eine Verallgemeinerung in dem Sinne, daß eine normale respiratorische Verschieblichkeit der bogenförmigen Linie für die Diagnose einer Eventratio, eine paradoxe Bewegung für die einer Hernie entscheidend zu verwerten sei. Denn tatsächlich kann auch bei einer Hernie mit Magen als Inhalt die Magenwand im Inspirium tiefer treten, sofern Verwachsungen des Magens mit dem Zwerchfell an der Bruchpforte bestehen. Andererseits erscheint es wohl nicht undenkbar, daß bei Eventratio ein hochgradig erschlafftes Zwerchfell paradoxe Bewegung ausführen könnte, zumal, wenn gleichzeitig die darüberliegende Lunge in ihrer Ausdehnungsfähigkeit irgendwie behindert ist. Die praktische Bedeutung der zuerst erwähnten Möglichkeit

ist durch den Fall Lotze-Riesel bewiesen. Hier hatte Lotze inspiratorische Abwärtsbewegung der Bogenlinie beobachtet und den Fall als ein typisches Beispiel für Eventratio hingestellt. Die Autopsie ergab indes, daß eine Hernie vorlag, bei welcher der weit vorgefallene Magen am Bruchringe mit dem Zwerchfell verwachsen war. Das verschiedene Verhalten der Bogenlinie bei der Respiration darf daher nicht als ein sicher entscheidendes Merkmal angesehen werden, wenn ihm auch im Verein mit andern Umständen im Einzelfalle eine gewisse differentialdiagnostische Bedeutung nicht abgesprochen werden soll. Diese Einschränkung sei besonders gegenüber der neuerlichen Betonung des Wertes der paradoxen Bewegung durch Kienböck hervorgehoben.

Aus entsprechenden Gründen vermag auch die Beobachtung der Bogenlinie bei Phrenikusreizung nicht zu einer sicheren Klärung zu führen. Denn die Bogenlinie kann auf Phrenikusreiz nicht nur bei einer Eventratio, sondern auch bei einer Hernie abwärtsrücken, sofern eben Verwachsungen an der Bruchpforte wie im Falle Lotze-Riesel bestehen. Anderseits kann eine Reaktion ausbleiben, wenn der Nervus Phrenikus degeneriert ist, wie dies in manchen Fällen von Eventratio anatomisch erwiesen wurde, oder wenn die Muskulatur der Zwerchfellhälfte auf der Seite der Eventratio hochgradig entartet ist. Soweit die bisher erörterten Symptome in Betracht kommen, scheint demnach der Standpunkt Königers gerechtfertigt, der die Möglichkeit einer scharfen Unterscheidung auf Grund der Röntgenuntersuchung überhaupt leugnet und sich mehr der Berücksichtigung des übrigen klinischen Bildes, namentlich der Anamnese hinsichtlich des Vorhandenseins oder Fehlens eines Traumas zuwendet.

Indes bietet doch die Röntgenuntersuchung auch allein andere und in den meisten Fällen entscheidende Handhaben, auf die besonders Beltz hingewiesen hat. Beobachtet man nämlich den Magen unter verschiedenen Füllungs- und Lageverhältnissen, was man durch Lufteinblasen oder Absaugen und durch Lagewechsel des Patienten erreichen kann, so ergeben sich bei der Eventratio und Hernie verschiedene Bilder. Sobald der Magen nach teilweiser Entleerung der Luft von der Thoraxwand abrückt, läßt sich bei Eventratio die laterale Magenwand als eine von der oberen Bogenlinie sich abzweigende abwärts verlaufende Linie darstellen, während der Bogen des Zwerchfells sich ununterbrochen gleichmäßig zur Thoraxwand hinzieht. Da in die lateralen subdiaphragmalen Abschnitte an Stelle des nach der Mitte zu abgerückten Magens nunmehr andere Abdominalorgane, meist gasgefüllte Darmschlingen in der Gegend der Flexura lienalis eintreten, so ersetzen diese im lateralen Teil des Röntgenbildes die vorher eine einheitliche große Aufhellung darstellende Magenblase; es treten dann im lateralen Abschnitte gefelderte, von einigen schmalen Schattenlinien unterbrochene Aufhellungen auf, die auf das gasgefüllte Colon zu beziehen sind. Alle Gebilde aber werden von dem gleichmäßig gewölbten Zwerchfellbogen überbrückt.

Bei der Hernie hingegen wird die bogenförmige Linie nur von der Magenwand gebildet und ist daher je nach dem Füllungszustande des Magens einem Formwechsel unterworfen. Bei luftgeblähtem Magen, der bis zur Thoraxwand heranreicht, bildet sie eine gleichmäßige Wölbung, genau entsprechend der Linie, die durch Magenwand plus Zwerchfell bei der Eventratio hervorgerufen wird. Rückt dagegen der Magen von der Thoraxwand ab, so tut dies auch die Bogenlinie und zeigt eine stärkere, steiler abwärts gerichtete Krümmung, die von dem im lateralen Abschnitt jetzt sichtbar werdenen Zwerchfellbogen deutlich winkelig abgesetzt ist, und zwar in verschiedener Weise, je nach dem der Magen mehr oder weniger Luft enthält. Sind außer dem Magen noch andere Bauchorgane in den Brustraum eingetreten, so können diese bei Verkleinerung der Magenblase in dem freiwerdenden seitlichen Raum zum Vorschein kommen; es ist dann nicht zu erwarten, daß ihre obere Begrenzung eine völlig ausgeglichene absatzlose Fortsetzung der weiter medialwärts gelegenen Magenwand bilde. Dies verschiedene Verhalten von Hernie und Eventratio ist bereits von Beltz betont. Einschlägige Bilder finden sich als Beispiel von Eventratio bei Otten und Schefold, von Hernie im Falle 1 von Becker.

Ein weiteres wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist die bei Eventratio bisher in einigen



Fällen beobachtete und von Glässner auf der Platte festgehaltene Verdoppelung der Bogenlinie, die in bestimmten Atmungsphasen, namentlich bei schnellem und tiefem Inspirium auftritt. Diese Erscheinung ist auf Stufenbildung in der Zwerchfellkuppel zurückzuführen, und zwar kommt diese, wie ich annehme, durch das Widerspiel der inspiratorischen Kräfte zu stande, indem die Muskulatur des Zwerchfells sich verkürzt, während das die Höhe der Kuppel bildende Centrum tendineum in den sich erweiternden Brustkorb hinein und empor gesogen wird. Die von anderer Seite vertretene Auffassung, daß die eine Linie dem Zwerchfell, die andere dem Magen angehöre, ist unhaltbar, da sich zwischen beiden weder ein leerer, noch ein lufthaltiger Raum bilden kann. Bei einer Hernie ist eine Verdoppelung der Bogenlinie nie beobachtet und es erscheint auch wohl ausgeschlossen, daß eine entsprechende Einschnürung in der Magenwand auftreten und ein ähnliches Bild hervorrufen könnte. Der positive Nachweis der doppelten Bogenlinie spricht daher mit Sicherheit für Eventratio, ihr Fehlen aber nicht dagegen, da die Erscheinung keineswegs in allen Fällen von Eventratio gesehen wurde.

Abgesehen von der Röntgenuntersuchung haben Hildebrand und Heß die Schwankung des Gasdruckes im Magen zur Differentialdiagnose herangezogen. Bei einem in der Bauchhöhle gelegenen Organ zeigt der Druck sowohl im Inspirium als im Exspirium zunächst eine Ab-, dann eine Zunahme, während der intrathoratische Druck im Inspirium sinkt, im Exspirium ansteigt. Hildebrand und Heß beobachteten in dem von Hirsch als Hernie erklärten Falle in jeder Atmungsphase doppelte Druckschwankungen, wie sie normalerweise im abdominell gelegenen Magen auftreten, und stellten mit darauf die Diagnose auf Eventratio, die später durch Autopsie erhärtet wurde. An weiteren veröffentlichten Fällen ist dies Verfahren meines Wissens nicht erprobt worden. In dem weiter unten selbst beschriebenen Falle einer großen Zwerchfellshernie mit völliger Verlagerung des Magens in die Brusthöhle trat der Erwartung entsprechend eine inspiratorische Drucksenkung und exspiratorischer Anstieg ein.

Dieser Erörterung der differentialdiagnostisch wichtigen Zeichen, welche bei der häufig vorgekommenen Mißdeutung der in der Literatur veröffentlichen Fälle einer Sichtung bedurften, lasse ich die Beschreibung zweier selbst beobachteter Fälle, nämlich je eines Falles von Eventratio und von Hernia diaphragmatica, folgen.

I. Eventratio.

F., Arbeiter, 38 Jahre.

Angaben: Seit etwa 3 Jahren tritt öfters bei der Arbeit, insbesondere beim Bücken, ein Druckgefühl in der Magengegend unter dem linken Rippenbogen auf, die Bauchgegend unter dem linken Rippenbogen wird dick und steif. Pat. stößt auf, oder führt durch Druck mit der Hand auf die linke obere Bauchgegend Aufstoßen herbei, dann wird es ihm leichter. Erbrechen erfolgte nie. Gewöhnlich erreichten die genannten Beschwerden keine sehr hohen Grade. Dreimal jedoch in längeren Zwischenräumen steigerte sich das gewöhnliche Druckgefühl sehr beträchtlich. Dem Pat. wurde dann schlecht und nach einiger Zeit schwarz vor den Augen, er verlor darauf die Besinnung.

Pat. ist in den letzten 3 Jahren um 25 Pfund abgemagert.

Befund: Großer Mann mit leidlicher Muskulatur, Fettpolster reduziert. Haut schlaff. Augenhöhlen eingesunken. Gesichtsfarbe etwas blaß, Zunge etwas belegt.

Thorax gut gewölbt, symmetrisch.

Herz: Herzdämpfung ist nach rechts nicht deutlich verbreitert, nach links wegen des stark tympanitischen Schalles in dem ausgedehnten Traubeschen Raum nicht deutlich abzugrenzen. Herztöne rein.

Lungen: Überall Vesikuläratmen und normaler Lungenschall, nur links unten und seitlich in handbreiter bis etwa zum unteren Schulterblattwinkel reichender Zone tympanitischer Klang. Links vorn und seitlich zwischen Mammillar- und mittlerer Axillarlinie im Traubeschen Raum sehr laute Tympanie. Lungengrenzen hinten rechts 11. Proc. spinosus gut verschieblich. Links steht die Grenze ein Querfinger höher, und es besteht nur undeutliche, höchstens ganze geringe Verschieblichkeit.

Abdomen: Nicht aufgetrieben, Gegend unter dem linken Rippenbogen nur wenig vorgewölbt, nicht druckempfindlich, kein Tumor palpabel. Leber und Milz nicht vergrößert.

Nervensystem und Urin o. B.

Magenuntersuchung: Magen bei nüchterner Ausheberung völlig leer.

Probefrühstück: Gesamtacidität 40, keine freie Salzsäure.

Benzidinprobe im Stuhl bei fleischfreier Diät negativ.

Röntgenuntersuchung.

Bei der Untersuchung des nüchternen Pat. fällt in der Magengegend eine große Luftansammlung auf. Diese wird von dem darüberliegenden Lungenfelde durch eine regelmäßige, nach oben konvex gebogene Linie abgegrenzt, deren höchste Kuppe $5\frac{1}{2}$ cm höher als das rechte Zwerchfell steht. Bei der Atmung führt die beschriebene Bogenlinie normale respiratorische Bewegungen aus.

Bei schnellem und tiefem Inspirium wurde mehrfach eine vorübergehende Verdoppelung der Bogenlinie beobachtet, die sich in der Atempause wieder zu einer Linie zusammenschloß.

Das normal große Herz ist etwas nach rechts verlagert. Bei verschiedenen Durchleuchtungen wechselt der Grad der Verlagerung in beträchlichem Maße.

Nach Einnahme der Riederschen Wismutmahlzeit nimmt die große Magenblase, welche eine Höhe von 8 cm hat, auf Abbildung 1 fast die ganze Breite zwischen Wirbelsäule und linker Thoraxhälfte ein. Der unterhalb der Magenblase angesammelte Wismutbrei zeigt eine Stierhornform. Neben dem Magen ist das von einer früheren Wismutmahlzeit her gefüllte Colon sichtbar. Es ist hier nicht durch Gas gebläht. Die Flexura linealis reicht nicht bis an die Bogenlinie heran. Die Magenperistaltik ist mäßig stark, die Pylorustätigkeit normal, der Magen ist zwischen 3—4 Stunden vollständig entleert.

Bei einer Wiederholung zeigt die Wismutfüllung des Magens auf Abbildung 2 keine einfache Stierhornform, sondern eine komplizierte Gestalt mit Bildung zweier verschiedener Schattenniveaus. Bei Drehung zeigt sich, daß das eine mehr hinten, das andere mehr vorn gelegen ist. Die unterhalb dieser verschiedenen oberen Begrenzungen gelegenen Wismutschatten gehen aber ohne Trennung ineinander über. Dieses Bild ist so zu deuten, daß der Magen von der Seite her eine Einstülpung erfahren hat, so daß sich nischenartige Aussackungen bildeten, in denen sich der Wismutbrei in verschiedener Höhe ansammelte. Gleichartige Bilder wurden in anderen Fällen bei starker meteoristischer Blähung des Colons insbesondere bei Darmstenose mehrfach beobachtet. So ist auch in diesem Falle die eigenartige Gestalt des Magens auf Einstülpung der Wand durch das stark luftgeblähte Colon zurückzuführen.

Es ist nun bemerkenswert, daß die Magenblase, welche bei der ersten Durchleuchtung bis fast zur Thoraxwand heranreichte, bei der Wiederholung auf Abbildung 2 von dieser etwa vier Querfinger entfernt ist. Der dazwischen liegende Raum ist hier ebenfalls von einer Luftansammlung eingenommen, die aber durch schmale, spangenförmige Schattenlinien gitterartig geteilt ist. Nach unten zu setzt sich diese gefelderte Luftansammlung des lateralen Abschnittes in das gleichfalls luftgefüllte Colon transversum einerseits und Colons descendens andererseits fort. Die große abgeteilte Luftansammlung im lateralen Abschnitt unterhalb der Bogenlinie gehört also der geblähten Flexura linealis des Dickdarmes an. Beide Gasansammlungen werden durch eine bogenförmige Linie mit absatzlosem, ganz regelmäßig gerundetem Verlauf überbrückt und gegen das darüberliegende Lungenfeld abgegrenzt. Bei der Atmung zeigt die Bogenlinie normalsinnige respiratorische Verschiebung.

Durch diese und weitere mit demselben Ergebnis wiederholte Röntgenuntersuchungen wurde erwiesen, daß stets der Magen, außerdem vielfach ein Teil des Colons außergewöhnlich stark mit Luft gefüllt sind und dauernd ungewöhnlich hoch hinaufreichen. Der höchste Punkt des Magens steht etwa $5\frac{1}{2}$ cm höher als das rechte Zwerchfell, während er normalerweise etwas tiefer liegt als dieses. Bei verschieden hohem Gasgehalt und Ausdehnung des Magens und der Flexura linealis coli bleibt die bogenförmige Linie, die die Abgrenzung gegen das Lungenfeld bildet, in völlig gleichmäßiger Form unverändert bestehen. Auf dieses Zeichen hin wird die Diagnose auf Eventratio diaphragmatica gestellt.

Mit dem Röntgenbefund deckt sich das gleichfalls mehrfach kontrollierte Ergebnis der physikalischen Untersuchung, die stets eine auffällige Tympanie links hinten unten und eine ungewöhnliche Ausdehnung des Traubeschen Raumes sowie einen Hochstand und schlechte Verschieblichkeit der linken unteren Lungengrenze ergab.

In Beziehung hierzu sind die Beschwerden des Patienten zu bringen, der über ein ständiges Druckgefühl in der Magengegend seit mehreren Jahren und bisweilen anfallsweise Steigerung dieses Druckgefühls bis zu schweren schmerzhaften Anfällen klagte. Einigemale erreichten sie bemerkenswerterweise solche Grade, daß Patient darüber das Bewußtsein verlor.

Worauf dieser Bewußtseinsverlust zurückzuführen ist, ist nicht ganz leicht zu erklären. In erster Linie ist wohl daran zu denken, daß durch Spannung der Magenblase ein Vagusreiz und damit Hirnanämie zustande kam, sei es, daß der eng benachbarte Vagus direkt gedrückt



oder durch Reizung feinerer Nervenäste erregt wurde. Es sei daran erinnert, daß bei einzelnen Individuen bei Kompression des Vagus am Halse Pulsverlangsamung und Bewußtlosigkeit erzeugt werden kann. Wir hatten in der Klinik leider nicht Gelegenheit, einen derartigen Anfall zu beobachten und dabei auf das Verhalten des Pulses zu achten. Außerdem wäre es bei der erheblichen Verlagerung, die Herz und Mediastinum zeitweise durch die geblähte Magenblase erfahren, denkbar, daß hierdurch, zumal bei plötzlicher Steigerung des Druckes durch die Bauchpresse, eine Abknickung der großen Gefäße und damit vielleicht eine vorübergehende Verringerung der Blutzufuhr nach dem Hirn zustande kommt, deren Folge ein Ohnmachtsanfall ist. In jedem Fall glaube ich, daß diese Ohnmachtsanfälle auf die Eventratio zurückzuführen sind, besonders da nach Angabe des Patienten jedem Anfall eine hochgradige Steigerung des Druckgefühls in der linken Oberbauchgegend bis zu heftigen Schmerzen vorangegangen ist. Über solche Anfälle mit Bewußtseinsverlust wird in der Literatur der Eventratio selten berichtet; ich finde eine ähnliche Angabe nur in der Arbeit von Ladenbeck.

Als charakteristisches anamnestisches Merkmal ist endlich die Angabe des Patienten hervorzuheben, daß er durch Druck auf die linke Oberbauchgegend Aufstoßen und dadurch Erleichterung seiner Beschwerden herbeigeführt habe. Von erheblicher Atemnot, wie sie in andern Fällen berichtet wird und wohl auf die Herzverlagerung zurückzuführen ist, ist in unserem Falle nicht die Rede. Ebensowenig berichtet Patient von Zuständen, die als Incarcerationserscheinungen zu deuten wären, wie sie in andern Fällen auch bei Eventratio, nicht nur bei Hernie beobachtet sind.

Gerade in bezug auf die erheblichen in Anfällen auftretenden Beschwerden, die zunächst durch die gewöhnliche klinische Untersuchung keine Erklärung fanden und erst durch die Röntgenuntersuchung aufgeklärt wurden, scheint mir der vorliegende Fall ein allgemeines Interesse zu verdienen.

Kurz erwähnt sei, daß innerhalb zweier Jahre ein weiterer Fall von Eventratio auf der Leipziger medizinischen Klinik zur Beobachtung kam. Da er nichts Besonderes, vom gewöhnlichen Bilde Abweichendes bot, wird auf seine nähere Wiedergabe verzichtet.

II. Hernia diaphragmatica.

R., 39 jähriger Arbeiter.

Angaben: Im 4. Lebensjahre vom Wagen am Brustkorb überfahren. Einzelheiten über diese Verletzung sind nicht zu erhalten.

Als Kind mehrfach „linksseitige Lungenentzündung“ ärztlich festgestellt. Sonst im wesentlichen gesund und beschwerdefrei.

Beim Militär eingestellt, aber wegen Heiserkeit (Stimmbandpolyp) entlassen.

Vor 5 Jahren im Anschluß an eine Erkältung Husten und Auswurf, Brustschmerzen. Vom behandelnden Arzt wurde „Lungen- und Kehlkopftuberkulose“ angenommen und Pat. hieraufhin invalidisiert. Später Besserung der Brustbeschwerden. Dagegen traten jetzt erst für das vorliegende Krankheitsbild charakteristische Beschwerden auf. Pat. klagt, daß er Atemnot und Brustbeklemmung bekomme, wenn er Treppen steige, nachdem er mehr als $^1/_4$ Liter Flüssigkeit getrunken habe. Wenn er nicht getrunken habe, könne er beschwerdefrei Treppen steigen.

Pat. wird der Klinik zur Begutachtung überwiesen, nachdem in der Fürsorgestelle ein linksseitiger Pneumothorax festgestellt war.

Befund: Mäßiger Ernährungszustand. Keine Kachexie.

Thorax gleichmäßig gewölbt, dehnt sich bei der Atmung gleichmäßig aus. Littens Phänomen beiderseits nicht wahrnehmbar.

Herzdämpfung nach rechts verschoben. Rechte Herzgrenze in der rechten Parasternallinie, an Stelle der normalen Herzdämpfung Tympanie. Spitzenstoß nicht palpabel. Herztöne am lautesten rechts vom Sternum.

Schall auf der ganzen linken Thoraxseite verkürzt mit tympanitischem Beiklang. In den unteren vorderen und seitlichen Partien bis zur Axilla hinauf laute Tympanie. Stäbchen-Plessimeter-Phänomen wechselnd, bald ausgesprochen positiv, bald undeutlich.

Links hinten unten Dämpfung. Obere Grenze derselben bei verschiedenen Untersuchungen von wechselnder Höhe, deutliche Verschieblichkeit bei Lagewechsel. Zuweilen, nicht immer, Sukkussionsgeräusch.

Atemgeräusch über der ganzen linken Seite großenteils aufgehoben, in den medialen oberen Partien schwach hörbar. Unabhängig von der Atmung in wechselnder Häufigkeit sehr laute, ausgesprochen metallisch klingende glucksende und knurrende Magen- und Darmgeräusche hörbar.

Auf Grund dieser klinischen Feststellung wurden von Herrn Dr. Zaloziecki, der den Pat. in klinischer Beobachtung hatte, die Diagnose auf „Hernia diaphragmatica" gestellt und Pat. der Röntgenuntersuchung überwiesen.

Röntgenuntersuchung: An Stelle des linken Lungenfeldes besteht oben eine homogene Aufhellung, unten eine Verschattung mit oberer horizontaler, bei Bewegung wellenschlagender Grenze, also ein dem Seropneumothorax ähnliches Bild, von dem es sich nur durch den unregelmäßigen Verlauf seiner seitlichen Begrenzung unterscheidet (Figur 3). Bei linker Seitenlage (Figur 4) stellt sich der Flüssigkeitsspiegel wieder wagerecht ein und reicht bis zur oberen Thoraxkuppe.

Das Herz ist nach rechts verlagert und zwar bei verschiedenen Durchleuchtungen und Aufnahmen in sehr wechselndem Grade, der wohl durch die Atmungsphase, die Körperlage und den Füllungsgrad des Magens bestimmt wird.

Von der normalen Lungenzeichnung dagegen oder von irgendeinem Schatten, der auf eine komprimierte Lunge bezogen werden könnte, ist in der linken Thoraxhälfte weder bei Durchleuchtung in aufrechter Stellung, noch bei Lagewechsel, irgendeine Spur zu erkennen. Höchstens könnte eine Andeutung eines Lungenstumpfes in einem schmalen, dicht unterhalb des Aortenknopfes neben der Wirbelsäule gelegenen Schatten vermutet werden. Daß indes wenigstens der linke Hauptbronchus und eine Teilung desselben in die Ansätze von zwei Hauptästen vorhanden ist, geht aus den von den Bronchiallumina herrührenden Schattenaussparungen hervor, die auf einer späteren bei Schrägstellung des Pat. gemachten Aufnahme (Figur 9) deutlich sichtbar sind.

Um nun vor allen Dingen einen sicheren Aufschluß über die Lage des Magens zu erhalten, dessen Verlagerung in die Brusthöhle bereits nach der klinischen Diagnose angenommen wurde, wurde eine mit Quecksilber gefüllte Sonde eingeführt (Figur 5).

Diese zeigt dicht unterhalb der Höhe des rechten Zwerchfellbogens eine untere Krümmung und beweist damit, daß die Cardia an normaler Stelle gelegen ist. Sodann wendet sich die Sonde steil aufwärts und gelangt in den oberen durchsichtigen Raum, macht innerhalb desselben eine zweite Krümmung und zieht sodann schräg medial abwärts. Hiernach ist es klar, daß der große, unten mit Flüssigkeit, oben mit Luft gefüllte, den größten Teil der linken Thoraxhälfte einnehmende und bis zur Spitze hinaufreichende Hohlraum der Magen ist. Aus der oberen Krümmung und dem Verlauf der Spitze der Sonde nähere Schlüsse auf die Gestalt des Magens zu ziehen, erscheint mir nicht rätlich, da es ja, wie der Fall Hirsch-Heß-Hildebrand lehrt, vielfach vom Zufall abhängig ist, wohin die Sonde zeigt.

Sodann wurde eine Füllung mit Wismutbrei vorgenommen.

Gleich nach Einnahme der Mahlzeit zeigt der Magen eine annähernd rechteckige, besonders unten auffällig wenig abgerundete Gestalt (Figur 6). Am unteren medialen Winkel ist innerhalb des Wirbelsäulenschattens ein kurzes, wismutgefülltes Ansatzstück zu sehen, das offenbar auf den untersten etwas Brei enthaltenden Ösophagusabschnitt zu beziehen ist. Die untere, nach unten nicht etwa konvex, sondern konkav ausgebuchtete Grenzlinie des Magens muß wohl darauf zurückgeführt werden, daß darunter die Kuppe des linken Leberlappens gelegen ist. Dieser ist also hier wie meist bei erworbenen Hernien an normaler Stelle gelegen und nicht, wie oft bei angeborenen Fällen, hochgeschlagen. Dies geht außerdem in unzweideutiger Weise daraus hervor, daß bei Seitenlage in Figur 8 die Luftaufhellung neben der Wirbelsäule weit nach unten bis etwa zur Höhe des rechten Zwerchfellbogens hinabreicht.

Bei gerader Durchleuchtung decken sich die Schatten beider Körper, bei schräger werden sie nebeneinander projiziert.

Die obere Begrenzung des Schattenrechtecks wird von einem horizontalen Spiegel gebildet, der den unteren flüssig breiigen von dem oberen lufthaltigen Abschnitt trennt. Die mediale Begrenzung fällt ungefähr mit dem Verlaufe der Wirbelsäule zusammen, die laterale reicht nicht ganz bis an die Thoraxwand heran. Auf der Originalaufnahme ist innerhalb des beschriebenen Schattenrechtecks eine weitere Differenzierung durch Unterschiede in der Schattenintensität erkennbar. Jedoch ist es schwer, die einzelnen verschieden stark verschatteten Partien klar voneinander abzugrenzen. Wichtig ist der Umstand deshalb, weil er im Verein mit den später zu besprechenden Schrägaufnahmen darauf hinweist, daß verschiedene Magenabschnitte voreinander gelegen sind, die sich bei gerader Durchleuchtung decken (vergleiche schematische Abbildung).

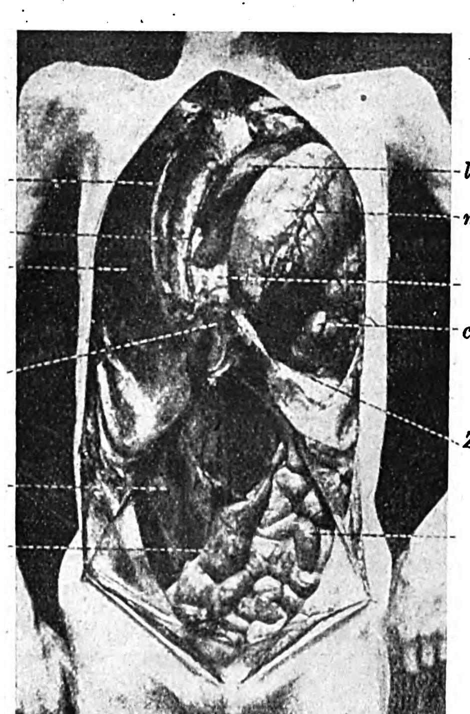
Zur Entwirrung dieser komplizierten Verhältnisse wurden weitere Durchleuchtungen und Aufnahmen in verschiedenen Stellungen vorgenommen.

Figur 7 und 8 geben die Verhältnisse bei rechter und linker Seitenlage wieder. In beiden ist die Flüssigkeitsschicht horizontal unter großen lufthaltigen Räumen eingestellt. Aus Figur 7 ist besonders erwähnenswert, daß die mediale Begrenzung des Magens im großen und ganzen genau geradlinig längs der Wirbelsäule verläuft. Dieses Verhalten zeigt an, daß diese Magenteile ganz dorsal neben der Wirbelsäule gelegen sind. Die Wirbelsäule verhindert ein tieferes Hinabsinken des Magens nach der rechten Seite, das sonst infolge der Schwere des Wismutbreis wohl eintreten würde. Nur unterhalb der Spitze findet sich ein den Wirbelsäulenrand überschreitender Bogen. Die besonders in den lateralen und unteren Partien abgebildeten zahlreichen kleineren Flecken sind auf Dünndarmfüllung zu beziehen.

Während in Figur 7 die laterale Magenkontur durch eine breite flache Einkerbung in zwei Bögen geteilt wird, stellt sich in Figur 8 bei linker Seitenlage unter dem Einfluß der Schwere des Wismutbreis die laterale Magenkontur als eine in regelmäßigen großen Wellen verlaufende Linie dar.

Bei der Durchleuchtung wurde festgestellt, daß diese Wellen einen regelmäßigen, von unten nach oben gerichteten Verlauf zeigen.

Außerdem ist in Figur 8 das von einer früheren Mahlzeit her gefüllte Colon sichtbar. Es zeigt einen medialen aufsteigenden und einen lateralen absteigenden Schenkel. Besonders zu beachten ist ein kleiner, dem medialen oberen Schenkel eng angelagerter länglicher, schmaler Wismutschatten (bei *p. p.*), der medial, also unter Berücksichtigung der Seitenlage oben von einer scharf horizontal eingestellten Linie begrenzt wird. Hier handelt es sich also um ein kleines Wismutdepot, das von der großen Masse getrennt, in einer Ausbuchtung oder in einem besonderem Magenteil gelegen ist. Aus der nahen Beziehung zum aufsteigenden Colonschenkel und den weiteren Beobachtungen ist zu schließen, daß es sich um einen Magenabschnitt in der Gegend der Pars pylorica handelt.



Situs im Falle Risel.
lL linke Lunge, *col* Colon,
m Magen, *Zwd* Zwerchfelldefekt.

Am meisten trugen zur Klärung die Beobachtungen in den verschiedenen schrägen Durchmessern bei. Bei fortgesetzter Linksdrehung des Pat. trat seitwärts neben dem lateralen Rande des beschriebenen rechteckigen Magenschattens ein neuer Schatten hervor, der zunächst von dem ersten nicht abgrenzbar war, bei stärkerer Linksdrehung sich aber von ihm als ein vollständig selbständiges Gebilde ablöste. Das am meisten charakteristische Bild ist bei einer Linksdrehung von etwa 45—50 Grad aufgenommen (Figur 9). Hier zeigt sich ein großer, dicht neben der Wirbelsäule gelegener Magensack, durch einen schmalen hellen Zwischenraum vollständig getrennt von einem dünneren, kleineren, länglichen Wismutschatten, der eine horizontale Einschnürung zeigt. Mit zunehmender Linksdrehung rückte der laterale Schatten immer mehr seitwärts, der große immer mehr medialwärts an die Wirbelsäule heran, von der er schließlich zum großen Teil gedeckt wurde.

Ebenso trat bei Rechtsdrehung des Pat. derselbe schmale Schatten seitlich rechts neben dem großen stets der Wirbelsäule dicht folgenden Schatten hervor. Es liegt also der große Magensack dorsal neben der Wirbelsäule, der kleinere Magenabschnitt mehr ventral.

Über die Lage des Pylorus gibt folgende Beobachtung Aufschluß: Es konnten bei verschiedenen Durchleuchtungen an dem unteren Ende des schmäleren, ventralen Magenteiles deutliche Antrumbewegungen und darunter etwas oberhalb des Leberschattens in regelmäßigen Intervallen auftretende typische Pyloruseinschnürungen nachgewiesen werden. Figur 10, auf welcher der große dorsale Magenanteil bereits größtenteils entleert ist, läßt diesen nach unten zu verjüngten Abschnitt am besten erkennen, an dem die rhythmischen Abschnürungen beobachtet wurden.

Hiernach ist es klar, daß wir an dem Magen einen breiten, aufsteigenden, dorsal neben der Wirbelsäule gelegenen Schenkel, oben eine U-förmige Krümmung und einen

ventral gelegenen absteigenden Schenkel zu unterscheiden haben. Cardia und Pylorus liegen fast in gleicher Höhe, der Pylorus etwas oberhalb und mehr ventralwärts als die Cardia. Die Situation entspricht im Prinzip den topographischen Verhältnissen, die anatomisch bei ähnlich großen Hernien, wie z. B. in den Fällen von Riesel und von Guttmann, beschrieben sind. Zur Illustration ist die Aufnahme des Rieselschen Falles (Münchner med. Wochenschr., 1907, S. 637) beigefügt.

Die Magenentleerung ist nicht verzögert. Nach 6 Stunden war kein Wismutrest mehr nachweisbar.

Während über die Lage des Duodenums aus den Beobachtungen kein näherer Aufschluß gewonnen werden konnte, weisen zahlreiche kleinere und größere innerhalb der linken unteren Thoraxhälfte gelegene Flecken, z. B. in Figur 6 und 7, darauf hin, daß auch zahlreiche Schlingen des Dünndarms im Brustkorb gelegen sind.

Der Verlauf des Dickdarms ist auf den sich ergänzenden Figuren 11 und 12 dargestellt. Der Dickdarm ist zu lang ausgezogen, als daß er auf einer einzelnen Platte vollständig abgebildet werden könnte. Die intrathorakal gelegenen Abschnitte sind am besten in Figur 8 zu übersehen, wo Magen und Dickdarm gleichzeitig durch zwei an aufeinander folgenden Tagen eingenommene Mahlzeiten gefüllt sind. Das Coecum ist an normaler Stelle in der Gegend der rechten Darmbeinschaufel gelegen (Figur 12). Von hier zieht der Dickdarm zunächst schräg medial, dann neben der Wirbelsäule gerade steil aufwärts, wendet sich am unteren Rande der Magenblase lateral aufwärts, macht dann hoch oben im Thoraxraum eine Biegung und zieht sodann steil abwärts. Es ist nicht wahrscheinlich, daß der Kulminationspunkt von der Flexura linealis gebildet wird. Es ist vielmehr anzunehmen, daß diese an normaler Stelle gelegen ist und die Krümmung am höchsten Punkte dem Colon transversum angehört. Wenigstens lagen so die Verhältnisse in dem anatomischen Präparat des analogen Rieselschen Falles, dessen eingehendes Studium mir durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. Versé ermöglicht wurde. Ein Schatten, der sicher auf die Milz zu beziehen wäre, wurde nicht gesehen.

Da die große Kurvatur des Magens und das Colon transversum normalerweise durch das Ligamentum gastrocolicum eng miteinander verbunden sind, so muß das Colon zunächst mit dem Pylorus in Verbindung treten. Dann begleitet es die große Kurvatur des Magens eine große Strecke aufwärts und wendet sich dann zur Milz. Der Speisentransport bzw. die peristaltischen Wellen in den benachbarten Abschnitten des Darms und Magens haben also eine einander entgegengesetzte Richtung. Mit diesen Verhältnissen stimmt der Umstand überein, daß der aufsteigende Teil des Colons sich auf Figur 8 mit dem kleinen isolierten Wismutdepot deckt, das als Ausdruck des ventral gelegenen präpylorischen Magenabschnittes anzusehen ist. Ebenso gut verständlich ist die Tatsache, daß der obere absteigende Teil des Colons, der wahrscheinlich von der zweiten Hälfte des Colon transversum gebildet wird, auf Figur 8, dicht neben der lateralen Kontur des großen Magensackes gelegen ist, an welcher aufsteigende, also dem Kottransport im Dickdarm entgegengesetzt gerichtete Wellen beobachtet wurden.

Was das Verhalten der verschiedenen Organe bei den verschiedenen Atmungsphasen anbetrifft, so ist zunächst eine starke respiratorische Beweglichkeit von Herz, Mediastinum und Trachea vorhanden. Alle diese Organe rücken bei jedem Inspirium nach links, in jedem Expirium nach rechts um ein beträchtliches Stück herüber. Die Bewegungen der Trachea erinnerten an die eines Pendels. Sehr deutlich ist die starke Rechtsverlagerung der Trachea in Figur 4 ausgesprochen.

Von den Abdominalorganen zeigte das Colon in jedem Inspirium eine Aufwärtsbewegung um etwa einen Querfinger Breite, die an den Haustren sehr deutlich erkennbar war. Der Flüssigkeitsspiegel des Magens veränderte bei der Atmung seinen Stand nicht in merklicher Weise, obwohl hierauf besonders geachtet wurde. Vermutlich ist diese fehlende respiratorische Verschieblichkeit des Mageninhaltes auf seine Schwere zurückzuführen. Die Verschiebung des leichteren Colons und der Mediastonalorgane genügen, um die inspiratorische Vergrößerung der linken Thoraxseite auszugleichen.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß auch im Röntgenbilde nicht die geringsten Zeichen einer Thoraxdeformität oder einer Skoliose erkennbar waren.

In der Spitze des rechten Lungenfeldes besteht innerhalb einer allgemeinen Trübung eine fleckige und streifige Zeichnung entsprechend dem gewöhnlichen Bilde einer geringfügigen Spitzentuberkulose.

Von Herrn Dr. Zaloziecki, der den Fall zunächst klinisch untersucht und richtig gedeutet hat, wurden noch Untersuchungen über den Gasdruck im Magen bei der Atmung angestellt. Dieselben ergaben nach seiner Mitteilung eine inspiratorische Drucksenkung und einen exspiratorischen Anstieg, wie dies bei einem intrathorakal gelegenen Organ zu erwarten war. Eine genauere Darstellung und Wiedergabe der Kurven muß unterbleiben, da Herr Dr. Zaloziecki sich in Kriegsgefangenschaft befindet.

Es handelt sich also um eine sehr ausgedehnte Verlagerung von dem hochgeschlagenen, schlingenförmig gestalteten Magen und ausgedehnten Teilen von Dünn- und Dickdarm in die linke Thoraxhälfte, welche von diesen Abdominal-

organen anscheinend ganz erfüllt wird. Eine Differentialdiagnose zwischen Hernie und Eventratio, die in den übrigen mitgeteilten Fällen große Schwierigkeiten bot, bedarf hier wohl keiner ausführlichen Diskussion, da bei einer Eventratio kaum eine derartige Hochdrängung des Zwerchfells und der Abdominalorgane bis in die Thoraxkuppe hinein denkbar ist.

Der Vorfall so ausgedehnter Organe in den Brustkorb läßt auf einen sehr großen Zwerchfelldefekt schließen. Was die Zeit und Art seiner Entstehung anbetrifft, so weist die hier wie auch in andern Fällen von Hernien sich findende Angabe, daß bei verhältnismäßig unbedeutenden Erkrankungen mehrfach irrtümlich eine linksseitige Lungenentzündung festgestellt wurde, daraufhin, daß die so verkannte Hernie bereits zur Zeit dieser Feststellung, also in diesem Falle bereits in der Kindheit bestanden hat. Solange die Anamnese nicht vollständig vorlag, richtete sich unsere erste Annahme daher auf einen großen kongenitalen Zwerchfelldefekt. Nachdem aber von der Mutter des Pat. die diesem selbst unbekannte Tatsache in Erfahrung gebracht war, daß er im 4. Lebensjahre am Brustkorb von einem Wagen überfahren war, liegt es doch viel näher, diesem Trauma die Ursache des Zwerchfellbruches zuzuschreiben.

Wenn auch wohl schon auf diese Anamnese ein großes Gewicht bezüglich der Entscheidung zwischen kongenitaler und erworbener Hernie zu legen ist, so läßt doch auch vielleicht die Röntgenuntersuchung allein gewisse Wahrscheinlichkeitsschlüsse auch in diesem Punkte zu. Bei Betrachtung mehrerer Präparate von kongenitalen Hernien und bei einer Durchsicht der diesbezüglichen anatomischen Literatur (so z. B. die Schwalbeschen Fälle) fiel es mir auf, daß bei den kongenitalen Hernien meist ein Mesenterium commune vorhanden war, welches eine freie Beweglichkeit des Dickdarms gestattet. Bei den meisten kongenitalen Hernien war daher das Coecum weit nach oben, vielfach mit dem Wurmfortsatz bis in die linke Thoraxhöhle hinein verlagert. Bei der sehr starken Dislokation der Abdominalorgane in diesem Falle und der im Röntgenbilde erkennbaren starken Dehnung des Colons dürfte man wohl erwarten, daß beim Vorhandensein eines kongenitalen Mesenterium commune das Coecum auch hier nach oben verlagert wäre. Tatsächlich liegt dies aber an normaler Stellung in der rechten Darmbeinschaufel. Auch dieser Umstand scheint mir daher mit großer Wahrscheinlichkeit dafür zu sprechen, daß es sich um eine traumatisch erworbene Hernie handelt.

Was die Prognose des Falles anbetrifft, so ist zu berücksichtigen, daß der Zustand sehr lange ohne wesentliche Beschwerden ertragen ist und offenbar eine sehr weitgehende Anpassung stattgefunden hat. Da bisher keine Schluckstörung, keine sehr erheblichen Magenbeschwerden, insbesondere keine Inkarzerationserscheinungen aufgetreten sind, ist es wohl nicht sehr wahrscheinlich, daß diese später noch eintreten werden. Schon aus diesem Grunde wäre eine Operation nicht indiziert. Hier kommt sie außer bei eingetretener Inkarzeration schon deshalb nicht in Frage, weil bei der seit vielen Jahren bestehenden offenbar hochgradigen Kompression der linken Lunge an eine normale Ausdehnung derselben wohl nicht zu denken ist. Die Prognose dieses Falles wird wohl weniger von der Hernie abhängen, als von dem zweiten Leiden des Patienten, der rechtsseitigen Spitzentuberkulose, auf die wohl auch eine mäßige Abmagerung in letzter Zeit zu beziehen ist. Die Hernie stellt hier mehr einen interessanten Nebenbefund dar, der insofern für den Patienten praktische Bedeutung gewonnen hat, als er zu vielen ärztlichen Fehldiagnosen und damit zu einer vorzeitigen und unbegründeten Invalidisierung geführt hatte.

Was die Stellung dieses Falles zu den in der Literatur veröffentlichten anbetrifft, so konnte unter den röntgenologisch beobachteten Fällen kein gleichartiger aufgefunden werden. Auch anatomisch sind derartig hochgradige akquirierte Hernien nicht gerade häufig beschrieben worden.

Literatur.

Röntgenologisch untersuchte Fälle von Zwerchfellhernien ausschließlich Eventratio.

Becker, Fortschritte a. d. Gebiete der Röntgenstrahlen, Bd. 17, S. 183.

Damsch, Deutsche med. Wochenschr., 1905, Nr. 13, S. 525.

Dietlen u. Knierim, Berl. klin. Wochenschr., 1910, Nr. 25.
Eppinger, Ztschr. f. Heilkunde, 1904.
Harris u. Klyton-Greene, Proceedings of the Royal Society of Med., Vol. 5, Nr. 5, March 1912.
Haudek, Wiener klin. Wochenschr., 1912, Nr. 41.
Herz, Münchn. med. Wochenschr., 1905, Nr. 40.
Kienböck, Ztschr. f. klin. Medizin, Bd. 62, S. 321.
Kienböck, Fortschritte a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen, Bd. 21, S. 411.
Königer, Münchn. med. Wochenschr., 1909, S. 282.
Lotze, Deutsche med. Wochenschr., 1906, S. 1622. (Der Fall ist als Eventratio beschrieben, aber nach Riesel, Münchn. med. Wochenschr., 1907, S. 637, autoptisch als Hernie erwiesen).
Otten u. Schefold, Deutsch. Arch. f. klin. Medizin, Bd. 99.
Stover, Fortschritte a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen, Bd. 19, S. 389.
Struppler, Deutsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 70, S. 1.
Waeli, Arch. f. klin. Chirurgie, Bd. 97.
Wieting, Deutsche Ztschr. f. Chir., Bd. 82, S. 316.

Weitere Literatur.

(Eingehende Literaturangaben sind in den mit * versehenen Arbeiten enthalten.)

Abel, Berl. klin. Wochenschr., 1894, S. 84 u. 114.
Arnsperger, Deutsch. Arch. f. klin. Medizin, Bd. 93.
Baetge, Deutsch. Arch. f. klin. Medizin, Bd. 110.
Bardenheuer, Berl. klin. Wochenschr., 1879, S. 195.
Beltz, Med. Klin., 1907.
Beltz, Münchn. med. Wochenschr., 1910.
*Bergmann, Ergebnisse d. inn. Med. u. Kinderh., Bd. 12.
Benda, Deutsche med. Wochenschr., 1902, Vereinsbeilage, S. 31.
Curran, Lanzet, 1860.
Daxenberger, Münchn. med. Wochenschr., 1906, S. 313.
Döring, Deutsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 72.
Eggeling, Münchn. med. Wochenschr., 1912.
*Eppinger, Allgem. u. spez. Pathologie d. Zwerchfells (Nothnagel, Wien u. Leipzig, 1911).
Fränkel, A., Deutsche med. Wochenschr., 1902, Vereinsbeilage, S. 343.
Fischer, Lanzet, 1897, S. 1584.
Glaser, Deutsch. Arch. f klin. Medizin, Bd. 78.
*Grosher, Wiener klin. Wochenschr., 1899, S. 655.
Gutmann, Berl. klin. Wochensch., 1893, S. 33.
Guttmann, Deutsche med. Wochenschr., 1884, S 209.
Hansemann, Deutsche med. Wochenschr., 1902, S. 337.
Heidenheim, Deutsche Ztschr. f. Chirurgie, Bd. 76.
Herz, Wiener klin. Wochenschr., 1907, Nr. 47.
Hildebrand u. Heß, Münchn. med. Wochenschr., 1905, Nr. 16.
Hirsch, Münchn. med. Wochenschr., 1900, S. 996.
Hoffmann, F. A., Münchn. med. Wochenschr., 1905, Vereinsbeilage.
Hoffmann, F. A., Deutsche med. Wochenschr., 1906, Vereinsbeilage, S. 982.
Hoffmann, F. A., Münchn. med. Wochenschr., 1907.
Hoffmann, F. A., Berl. klin. Wochenschr., 1906.
Iselin, Deutsche Ztschr. f. Chirurgie, 1907, S. 150.
Kaufmann, Deutsche med. Wochenschr., 1887, Nr. 26.
Kayser, Fortschritte a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen, Bd. 20.
*Kienböck, Fortschritte a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen, Bd. 21, S. 322.
Knaggs, Lanzet, 1904, S. 358.
*Laacher, Deutsch. Arch. f. klin. Med., 1880, S. 268.
Ladebeck, I.-D., Leipzig, 1907.
Leichtenstern, Berl. klin. Wochenschr., 1874, Nr. 40ff.
Leuw, Korrespondenzblatt Schweizer Ärzte, 1900, S. 231.
Luksch, Prager med. Wochenschr., 1904, S. 145., 1905, S. 169.
Motzfeld, Deutsche med. Wochenschr., 1913.
Niemöller, Berl. klin. Wochenschr., 1892, Nr. 15.
Pape, I.-D., Leipzig, 1904.
Popp, Deutsche Ztschr. f. Chiurgie, 1872, S. 58.
Reicher, Deutsche med. Wochenschr., 1891, S. 31.
Schwalbe, Münchn. med. Wochenschr., 1899, S. 12.
Scheitemantel, Münchn. med. Wochenschr., 1912, Nr. 40.
Stauder, Münchn. med. Wochenschr., 1905, Nr. 51.
*Thoma, Virchow-Archiv, Bd. 88, S. 515.
Waldeyer, Deutsche med. Wochenschr., 1884, S. 211.
Weckerle, Münchn. med. Wochenschr., 1906, S. 2014.
Wiedemann, Berl. klin. Wochenschr., 1901, S. 279.
Wilcken, Lanzet, 1907, 8. Juni.

Literatur seit 1914.

Monti, Wiener klin. Wochenschr 1915, Nr. 29.
Freud, Med. Klinik 1916, Nr. 8, Seite 208.
von Domarus-Salomon, Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, Band 23, H. 4.
Freud und Schweer, Münchner med. Wochenschrift 1916, Nr. 43, S. 1532.
Frohmann, Deutsche med. Wochenschrift 1917, Nr. 18, S. 574.
Neumann, Hamburg 8. 5. 17 ref. Deutsche med. Wochenschr., S. 957.
Ranft, Deutsche med. Wochenschrift 1917, Nr. 22.
Peters, Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, Band 24.
Glässner, Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgen-Band 24.

Aus der medizinischen Klinik in Leipzig (Geheimrat v. Strümpell).

Röntgenologischer Nachweis eines Choledochussteines und dadurch hervorgerufener spastischer Duodenalstenose.

Von

Privatdozent Dr. **H. Assmann.**

(Hierzu Tafel III, Fig. 1—5.)

Die Berichte über den röntgenographischen Nachweis von Gallensteinen mit folgender operativer Bestätigung (!) sind zurzeit noch recht spärlich, wie eine Zusammenstellung der diesbezüglichen Literaturangaben in Kehrs Chirurgie der Gallenwege 1913 zeigt. Wegen der diagnostischen Wichtigkeit des Gegenstandes lasse ich die kurze Mitteilung eines operativ und autoptisch geklärten Falles folgen, indem ein Choledochusstein und eine durch ihn hervorgerufene spastische Duodenalstenose mit Hilfe der Röntgenuntersuchung festgestellt wurden.

Anamnese: E., 46 J., Arbeitersehefrau. Früher nie auf Cholelithiasis verdächtige Erscheinungen. Zum ersten Male vor einem Jahr vorübergehend Gelbsucht ohne Schmerzen. Seit einem halben Jahr intermittierend auftretende Schmerzanfälle in der rechten Oberbauchgegend, dauernder, aber in der Intensität wechselnder Ikterus. Starke Gewichtsabnahme.

Status: Hochgradige Kachexie, intensiver Ikterus.

Leber vergrößert. Gallenblase nicht palpabel. Kein Tumor fühlbar, aber zwischen Proc. xiphoideus und Nabel eine starke Druckempfindlichkeit und undeutliche Resistenz.

Stühle gallearm, aber nicht völlig acholisch, Trypsin im Stuhl mittelst verschiedener Methoden nur in geringer Menge nachweisbar. Kein okkultes Blut.

Im Urin Bilirubin stark +. Stets auch Urobilin und Urobilinogen nachweisbar.

Im Magen nach Probefrühstück keine freie HCl, keine Milchsäure. Mikroskop. o. B.

Während der 14 tägigen Beobachtung schwankte die Intensität des Ikterus. Mehrere Schmerzanfälle in der rechten Oberbauchgegend unter unregelmäßigen Fieberanstiegen.

Demnach handelt es sich um einen bereits seit einem halben Jahr bestehenden unvollkommenen Choledochusverschluß. Bei der Differentialdiagnose zwischen Stein und Tumor wiesen der Wechsel in der Intensität des Ikterus, die unter anderem durch den Urobilingehalt des Harns ausgesprochene Unvollständigkeit des Verschlusses und das Fehlen einer gespannten Gallenblase, die bei Steinen meist geschrumpft ist, auf einen Choledochusstein hin.

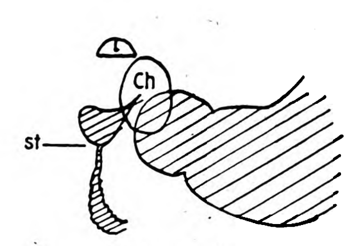
Hauptsächlich um die Untersuchung nach der Frage eines Tumors hin zu vervollständigen, wurde eine Röntgenuntersuchung des Magendarmkanals mittels Wismutmahlzeit vorgenommen.

Die Röntgenuntersuchung ergab ein im wesentlichen normales Verhalten des Magens, dagegen eine Stenose im oberen Drittel des absteigenden Duodenalastes, in dem oberhalb dieser Stelle eine dauernde Füllung des Duodenallumens, unterhalb dagegen nur ein feinerer Wismutstreifen auf mehreren zu verschiedenen Zeiten angefertigten Platten sichtbar war. Dies zeigen die beigefügten Abbildungen: Fig. 1 stellt eine Aufnahme sogleich nach Einnahme der Wismutmahlzeit, Fig. 2 die Verhältnisse nach 3 Stunden dar. Nach 8 Stunden waren noch Reste im Magen und eine Füllung des oberen Duodenalanteiles vorhanden. Nach 24 Stunden waren Magen und Duodenum leer. Fig. 3 gibt eine Aufschwemmung des leeren Magens bei gleichzeitiger Colonfüllung wieder. Auch hier sind zwei scharf voneinander getrennte kleine Wismutdepots im Duodenum dargestellt. Das obere ist breiter. Das untere zeigt Kerckringhsche Faltenbildung.

Auf die Duodenalstenose ist offenbar die Verzögerung der Entleerung des Magens und des oberen Duodenalabschnittes über 8 Stunden hinaus zu beziehen. Außerdem zeigen alle Aufnahmen übereinstimmend an der Stelle des oberen Duodenalabschnittes, etwas oberhalb der

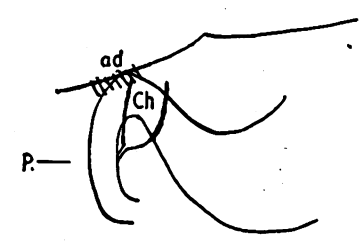
Stenose einen ovalen etwa kleintaubeneigroßen, ringförmigen Schatten, der mit Sicherheit als Gallensteinschatten anzusehen war.

Derselbe Steinschatten war auch auf einer nach Entleerung des Magendarmkanals aufgenommenen bauchanliegenden Platte (Strahlengang von hinten oben nach vorn unten) sichtbar (Fig. 4).



Röntgenbild.

l = Luftblase der Duodenalkuppe.
st = Enge der Wismutfüllung des Duodenums.
Ch = Choledochusstein.



Operationsskizze.

ad = Adhäsionen zw. Gallenblase und Duodenum, welches dadurch nach oben und rechts verzogen ist.
P = Papilla Vateri.
Ch = Erweiterter Ductus choledochus mit Stein.

Die ringartige Form des Schattens entspricht durchaus den Angaben von Albers-Schönberg, Holland und A. Fränkel. Nach den klinischen Daten und wegen der auffallend weit medial befindlichen Lage des Steinschattens lag es nahe, den Stein im Ductus choledochus zu suchen und die an entsprechender Stelle gelegene Duodenalstenose auf den Stein zurückzuführen. Ob die Stenose spastischer oder organischer Natur war, konnte nicht entschieden werden, beide Möglichkeiten wurden erwogen. Eine erhebliche Stenose war jedenfalls durch den Mangel gröberer klinischer Symptome, vor allem wegen des vollkommenen Fehlens von Erbrechen und durch die relativ geringe Verzögerung des Wismutbreidurchganges ausgeschlossen.

Der Nachweis des Steines trug wesentlich zum schnellen Entschluß zur Operation bei, die leider doch zu spät kam, weil Pat. sich überhaupt zu spät nach bereits halbjährigem Bestehen des Ikterus in klinische Behandlung begeben hatte.

Bei der Operation wurde ein taubeneigroßer Gallenstein im Ductus choledochus, am Duodenum keinerlei Zeichen einer irgendwie erheblichen organischen Stenose gefunden.

Auszug aus der chirurgischen Krankengeschichte:

In Paravertebralanästhesie und leichter Äthernarkose Eröffnung des Abdomens durch Kehrschen Wellenschnitt.

Gallenblase etwas geschrumpft. Leber mit der Pars horizontalis duodeni durch Adhäsionen verwachsen, so daß letzeres emporgezogen ist. Durch die Adhäsionen ist aber keine Abschnürung oder auch nur geringe Verengerung des Duodenums hervorgerufen. Die Adhäsionen werden gelöst, die Leber nach oben gekippt, das Ligamentum hepatoduodenale freigelegt. Der Choledochus ist auf Daumendicke erweitert. Er wird im supraduodenalen Anteil eröffnet und ein im retroduodenalen Anteil knapp oberhalb der Papille sitzender taubeneigroßer Stein entfernt. Der Choledochus ist unmittelbar vor der Papille divertikelartig erweitert, die Papille selbst stark geschwollen und stenosiert, der Pankreaskopf entzündlich geschwollen. Nach positivem Spritzversuch Einlegung eines T-Rohrs in den Choledochus. Naht.

Am nächsten Tage unter den Zeichen zunehmender Schwäche Exitus.

Die Sektion (Obduzent Dr. Müller) förderte keine neuen, hier interessierenden Momente zutage. Auch hier wurde das Duodenum an keiner Stelle verengt oder abgeknickt gefunden. Sämtliche Gallenwege waren stark erweitert, etwa $1^1/_2$ cm oberhalb der Einmündungsstelle des Choledochus in das Duodenum befand sich eine besondere Ausbuchtung des Ganges, die das Bett des Gallensteins darstellte. An der Stelle der Vereinigung des Ductus Cysticus und

hepaticus war die Wand des Cysticus zum Teil zerstört. Hier hatte offenbar beim Durchbruch des Steins eine partielle Perforation stattgefunden.

Die chemische Untersuchung des in Fig. 5 abgebildeten Steines bestätigte die Erwartung, daß es sich um einen Cholestearinstein mit äußerer Kalkschale handelte. Letztere allein hatte zu der Schattenbildung in Ringform entsprechend den Angaben von Albers-Schönberg und anderen Anlaß gegeben.

Operation und Autopsie zeigten also, daß am Duodenum keine durch Adhäsionen oder Schrumpfungsprozesse hervorgerufene organische Stenose vorhanden war. Eine leichte Kompression von außen her durch den entzündlich geschwollenen Pankreaskopf und den oberhalb der Papille, aber weiter medial im Choledochus gelegenen Stein selbst, sowie möglicherweise eine leichte Lumenverengerung durch eine entzündliche Schwellung der Schleimhaut in der Gegend der Papille kann nicht ausgeschlossen werden. Doch wurde eine deutlich nachweisbare Verengerung des Duodenums weder bei der Operation noch durch die Autopsie festgestellt. Unter diesen Umständen muß die auf dem Röntgenbilde so deutlich, aber bezeichnenderweise in etwas verschiedener Stärke hervortretende Einengung der Wismutfüllung an scharf umschriebener Stelle in Höhe der Papille wohl im wesentlichen auf eine spastische Kontraktion der zirkulären Muskelfasern des Duodenums zurückgeführt werden, die von dem an der Papille lokalisierten Entzündungsreiz ähnlich wie bei dem spastischen Sanduhrmagen von einem Ulkus an der kleinen Kurvatur ausgelöst wurde. Gerade als Beispiel der im wesentlichen spastischen Natur einer Duodenalstenose scheint mir der Fall besondere Beachtung zu verdienen.

Ein Beitrag zum Kapitel der Röntgenschädigungen.

Von

Dr. **Erich Mühlmann,**

leitender Arzt der Röntgenabteilung am städt. Krankenhause Stettin.

Das Früherythem oder die Vorreaktion (Holzknecht) im Anschluß an intensivere Bestrahlungen, besonders der Halsgegenden, ist jedem Röntgenologen eine so geläufige Erscheinung, daß man sich zur Regel machen sollte, jeden Patienten auf ihr Auftreten und ihre Bedeutungslosigkeit hinzuweisen, um so mehr, da sie oft unter stürmischen Erscheinungen unmittelbar im Anschluß an die Bestrahlung nicht selten mit Fieber aufzutreten und die Furcht der Kranken vor einer Röntgenverbrennung nicht unerheblich zu sein pflegt. Die Ursache dieser in 2—4 Tagen abklingenden Erscheinung ist noch nicht ganz geklärt. Nach den Untersuchungen Brauers handelt es sich um eine Wirkung der Röntgenstrahlen allein, da Intensität der Strahlung und Reaktionsgrad kongruent sind, und zwar um eine Wirkung auf die Gefäßnerven. Dieser Anschauung steht die von Schwarz entgegen, der in dem durch die Bestrahlung frei werdenden Cholin den entzündungserregenden Faktor sieht. — Seltener beobachtet man eine andere lästige Erscheinung bei Bestrahlung der Hals-Kinnregion, nämlich das Nachlassen des Speichelflusses, Trockenheit im Munde und ganz selten leichte Heiserkeit. Auch diese Symptome treten unmittelbar im Anschluß an die Bestrahlung auf und verschwinden nach 1—3 Tagen. Auch hierbei ist die Frage strittig, ob es sich um eine Schädigung der Schleim- und Speicheldrüsen an sich oder ihrer Nervenendigungen handelt.

Ceresole sah in 25 % seiner Fälle eine Funktionsstörung der Speicheldrüsen, in denen Gesicht und Kiefergegend mit mindestens 4 H bestrahlt waren. Hand in Hand hiermit geht eine mehr oder weniger ausgesprochene Schwellung der Speicheldrüsen bis zu mumpsähnlichen Graden, die aber nach 1—3 Tagen auch verschwunden ist.

Wir haben im Laufe der letzten Jahre Gelegenheit gehabt, außerordentlich viel Fälle von tuberkulösen Lymphomen des Halses und Sycosis parasitaria röntgenologisch zu behandeln.

Immer handelte es sich um härteste Strahlung, die durch 3 mm Aluminium gefiltert waren. Auch die Epilation wurde mit dieser Technik erreicht. Die Dosen schwankten zwischen 10 und 15 H. Da es sich fast durchweg um Soldaten handelte, die bis auf wenige Ausnahmen (Lungentuberkulose) körperlich gesund und kräftig waren, war das Beobachtungsmaterial ziemlich gleichmäßig. Regelmäßig sahen wir die Vorreaktionen auftreten, bei Lymphomträgern auch die typische Schwellung der Tumoren, sahen seltener die Trockenheit im Munde, weniger Heiserkeit, aber nur ganz vereinzelt Schwellungen der Speicheldrüsen und zwar nur in ganz mäßigem Grade.

Ein Fall aber überraschte uns durch eine nie beobachtete Hartnäckigkeit des Versagens des Speichelflusses, daß ihn bekannt zu geben gerechtfertigt erscheint.

Der Landsturmmann H. P., 34 Jahre alt, im Zivilberuf Reisender, wurde am 22. V. 17 zur Röntgenbehandlung angewiesen. Körperlich war er vollkommen gesund, bot vor allem nicht die geringsten Abweichungen im Nervengebiet. Er litt an einer Sycosis parasitaria, die sich mit mäßigen Infiltraten auf beiden Wangenpartien ausgebreitet hatte. Am Tage der Aufnahme erhielt er eine Bestrahlung auf die gesamten Backenbartpartien (Müller-Siederöhre, Apex-R. G. u. S., 3 mm Al., Abstand 24 cm, je 375 F = 12,5 H ohne Überschneidung der Felder).

Unmittelbar hierauf stellte sich eine normale Vorreaktion mit Trockenheit im Munde, leichter Heiserkeit ein. Eine Schwellung der Speicheldrüsen wurde nicht beobachtet. Alle diese Erscheinungen schwanden sehr bald.

Am 14. VI., also 23 Tage nach der ersten Bestrahlung, stellte sich P. wieder vor. Der Backenbart war bis auf einzelne Härchen ausgefallen. Infiltrate waren nicht mehr nachweisbar. Zur Sicherung des Erfolges erhielt P. dieselbe Dosis wie vorher.

Am 8. VII waren die Haare vollkommen ausgefallen, die Wangen vollkommen glatt und reaktionslos.

Unmittelbar im Anschluß an die letzte Bestrahlung hatte sich wieder eine Vorreaktion gezeigt, waren Trockenheit im Munde und Heiserkeit aufgetreten. Beides bestand heute noch unverändert fort.

Späterhin verschlimmerte sich sein Speichelmangel derart, daß er Brot ohne Flüssigkeit nicht mehr essen konnte, während die Heiserkeit verschwand.

Aus diesem Grunde wurde er vom Truppenteil am 19. XI. dem Lazarett überwiesen.

P. fühlte sich körperlich vollkommen gesund. Die Mundhöhle war vollkommen trocken, die Schleimhäute waren etwas gerötet und glanzlos, die Zunge trocken und tief zerklüftet, von Speichel fand sich keine Spur. Selbst beim Kauen von Brot fand keine Speichelbildung statt. Das Brot sah aus wie gemahlen. Auch nachdem er $^1/_4$ Stunde lang mit geöffnetem Munde unter Feststellung des Unterkiefers durch einen Gummikeil mit gesenktem Kopf gesessen, zeigte sich keine Spur von Speichel. Erst nach Injektion von 0,01 Pilokarpin fand unter starkem Schweißausbruch eine kräftige Speichelsekretion von dreistündiger Dauer statt, die dann wieder vollkommen versiegte.

Heiserkeit bestand nicht. Die Gegend der Parotiden ließ Veränderungen nicht erkennen.

Bis zum 19. I. wurde er mit Inhalationen und Borglyzerinpinselungen der Mundhöhle behandelt. Bei der Entlassung fand sich eine mäßige Feuchtigkeit der Mundhöhle, die Zerklüftung der Zunge war nicht mehr so erheblich, und P. konnte besser kauen. Eine weitere Beobachtung war aus dienstlichen Gründen nicht angängig.

Es handelt sich also um eine funktionelle Reaktion der Speicheldrüsen im Anschluß an zwei Bestrahlungen mit einem Intervall von 23 Tagen, deren erste normal abklang, deren zweite sich so verschlimmerte, daß ein Speichelfluß nicht mehr nachweisbar war. Ihr Höhepunkt war erst nach 4 Monaten erreicht. Unter symptomatischer Behandlung besserte sich der Zustand nur langsam.

Diesem einen Fall stehen im Laufe der letzten zwei Jahre über 30 Fälle von Sycosis parasitaria gegenüber, bei denen die Parotis und Submaxillaris genau so von derselben Strahlung nach Menge und Härte getroffen wurden, stehen weit über 100 Fälle tuberkulösen Lymphomen der Halsregion gegenüber, bei denen die Submaxillaris immer, die Parotis oft mitbestrahlt wurden, und zwar nicht einmal oder zweimal, sondern sonst fünf- und sechsmal. Niemals haben wir Reaktionen beobachtet, die über das Normale hinausgegangen wären. Ja sogar bei vereinzelten Fällen, bei denen sich vor dem Ohr unmittelbar über beiden Parotiden Drüsentumoren gebildet hatten, also die großen Speicheldrüsen direkt bestrahlt wurden, fanden sich keine gröberen Reaktionen.



Es liegt ja auf der Hand, daß eine harte 12—13 Wehnelt-Strahlung, die außerdem noch durch 3 mm Aluminium gefiltert ist, mehr in den tieferen Schichten, also den Speicheldrüsen, absorbiert wird, als in der Haut, wie es ja bei Sycosis parasitaria eigentlich sein sollte. Man könnte daraus den Schluß ziehen, lieber mit mittelharter Strahlung ohne Filter zu arbeiten. Jedoch ist, abgesehen von der etwas längeren Zeit, die man zur Epilationsdosis braucht, der Vorteil der Filterhartstrahlung so groß, daß wir von der „Oberflächentherapie" abgekommen sind. Ohne die geringste Hautreaktion (Bräunung, Erythem, Teleangiektasien) erreicht man dieselbe Wirkung. Die Vorreaktion tritt bei beiden Methoden auf. Daß hier einmal eine gröbere Schädigung die Folge war, kann den Vorzug der Filtertherapie nicht herabsetzen, um so mehr, da auch bei komplexer Strahlung dasselbe hätte eintreten können.

Daß in der Tat hier nur eine Röntgenwirkung vorlag, kann nach dem ganzen Verlauf kaum in Abrede gestellt werden. Wie sie zu erklären ist, dürfte nicht ohne eingehende Tierversuche nachzuweisen sein. Einmal kann es sich um eine Schädigung der Drüsenzellen handeln, dann um die der sekretorischen Nerven in der Drüse selbst. Nach der Auffassung Brauns werden bei der Vorreaktion die Vasomotoren so beeinflußt, daß es zu einer Gefäßerschlaffung, zu einer Hyperämie kommt. Würde man diese Ansicht auf die Speicheldrüsen übertragen, handelte es sich um eine Lähmung der sekretorisch wirksamen Nerven in der Drüse. Andererseits besteht aber auch die Möglichkeit, daß das Parenchym selbst geschädigt wird, eine Vorstellung, die im allgemeinen näher liegt. Sowohl gegen die eine, als die andere Auffassung lassen sich Bedenken erheben, so daß die Frage theoretisch auf Grund ähnlicher Beobachtungen kaum gelöst werden dürfte.

Füllung der Bronchien mit Bariumsulfatsuppe durch Aspiration.

Von

Dr. **Erich Mühlmann,**

leitender Arzt der Röntgenabteilung am städt. Krankenhause Stettin.

(Tafel IV, Fig. a.)

Der 62 Jahre alte Heimarbeiter F. H. wird mit der klinischen Diagnose: Stenose des Ösophagus durch Karzinom 23 cm hinter der Zahnreihe zur Röntgenuntersuchung überwiesen. Da er feste und breiige Nahrung nicht mehr schlucken konnte, wird eine dünne Bariumsuppe gegeben. Gleich nach dem Schlucken bekam H. einen außerordentlich heftigen Hustenanfall, der sich nach den folgenden Bissen wiederholte und mit starker Atemnot verbunden war. Im schrägen Durchmesser beobachtete man eine Ansammlung der Kontrastspeise dicht unter Kehlkopfhöhe, und Spuren sah man den Ösophagus hinabwandern.

Außerdem sah man eine starke Schattenbildung in Form eines Reisbesens vom Hilus abwärts ziehen, die vor der Mahlzeit nicht vorhanden war. Die Untersuchung mußte abgebrochen werden. Im Laufe des Tages hustete H. sehr viel und brachte reichlich Sputum zutage, in dem sich ein weißliches Sediment zeigte, das wie „Mehl" aussah. Am nächsten Tage war jeder Strangschatten im Bereich der Lungenfelder geschwunden, soweit er nicht physiologisch war. Die Photographie (1917, 317a) zeigt ein viel deutlicheres, überraschendes Bild.

Bei älteren Leuten, besonders denen, die an chronisch-bronchitischen Zuständen leiden, sieht man die Ausbildung kräftiger, reisbesenförmiger Stränge, die vom Hilus abwärts ziehen, als etwas ganz selbstverständliches an, ohne einen Zweifel dareinzusetzen, daß diese Schatten erweiterte, sekretgefüllte Bronchien mit entzündlichen Veränderungen der Schleimhaut zum Substrat haben. — Inwieweit die Gefäße, vor allem stark gefüllte, daran beteiligt sind, läßt sich nicht beurteilen. Nach den ganzen Untersuchungen über das Substrat der Lungenzeichnung ist man geneigt, ihnen einen nicht unwesentlichen Anteil zuzusprechen, ja beim Gesunden sie für die die wesentlichsten Schatten gebende Ursache zu halten.

Nun zeigt sich auf der hier vorliegenden Photographie, daß die gesamte Strangzeichnung der Unterlappen sicher mit Bariumspeise gefüllt ist, was besonders im rechten Lungenfeld deutlich wird. Die weiteren hilusnahen Bronchien sind prall gefüllt. Ypsilonförmig verzweigen sie sich, und in den untersten Partien des linken Lungenfeldes sieht man ein feines Flechtwerk deutlich wiedergegeben bis tief in die Komplementärräume hinein.

Hiernach kann es keinem Zweifel unterliegen, daß in der Tat die grobe Strangzeichnung in den unteren Partien der Lungenfelder durch die Bronchien bedingt ist. Vielleicht lassen sich hieraus auch Schlüsse ziehen, die die Ansicht, daß gerade die Gefäße die schattengebenden Ursachen sind und die Bronchien nur einen unterstützenden Faktor darstellen, noch recht zweifelhaft erscheinen lassen. Endlich aber dürfte auch hierdurch die Frage kaum zum Abschluß gebracht werden, denn bei einer so exorbitant deutlichen Bronchiendarstellung mußten die physiologischen Gefäßschatten völlig in den Hintergrund treten und als ein Nichts imponieren.

Daß hier in der Tat eine Aspiration und keine Perforation des Karzinoms in die Luftwege vorliegen muß, dafür spricht einmal der klinische Befund, der die Perforation höchst unwahrscheinlich macht und dann der Vorgang selbst. Die Stenose sitzt dicht unterhalb des Kehlkopfs, der darüber gelegene kaum dilatierte Teil des Ösophagus füllt sich nach dem Schlucken schnell auf, die Speise läuft in den Kehlkopf über, und es entsteht unter Husten stärkste Atemnot. Bei den krampfhaften maximalen Inspirationen wird die Kontrastsuppe aspiriert. Auffällig ist nur, daß die Bronchien unterhalb der Hilushorizontale allein gefüllt sind. H. ist aber ausgesprochener Emphysematiker, atmet also hauptsächlich mit dem Zwerchfell. Die unteren Lungenpartien sind entsprechend mehr gebläht und tragen den Hauptteil der Atemluft. Demnach dürfte auch hier die stärkste Aspirationswirkung zu suchen sein.

Aus der I. medizinischen (Direktorial-)Abteilung des Allgemeinen Krankenhauses St. Georg, Hamburg (Professor Dr. Deneke).

Über schlaffe Herzen im Röntgenbilde (zugleich zur Beurteilung des Zehbeschen Phänomens).

Von

Carrie Plaut.

Die Aufgabe, ein Herz, das ohne ausgesprochen krankhaften Befund seinem Träger Beschwerden macht, auf seine Leistungsfähigkeit zu untersuchen, tritt in gewöhnlichen Zeiten nicht allzu häufig an den Arzt heran. Meist soll die Untersuchung darüber Aufschluß geben, ob ein körperlich anstrengender Beruf ergriffen werden kann, oder es soll festgestellt werden, ob das Herz imstande sein wird, eine Operation zu überstehen, in anderen Fällen wieder soll geprüft werden, ob eine Anstrengung, eine Infektion, das Herz sehr mitgenommen habe. Jeder praktische Arzt hat auf Grund seiner Erfahrungen sich zu diesem Zwecke einen eigenen Untersuchungsgang zurechtgelegt, der, mag er bei den verschiedenen Ärzten noch so verschieden sein, im Grunde auf den rein klinischen Untersuchungsmethoden beruht; perkussorische und auskultatorische Untersuchung des Herzens, sowie Bestimmung der Puls- und Blutdruckzahlen, beides in der Ruhe und nach genau dosierten Anstrengungen.

Von viel größerer Bedeutung sind diese Untersuchungen jetzt im Kriege. Eine gewaltige Zahl Militärpflichtiger leidet an Herzbeschwerden, für die ein handgreifliches Substrat in Gestalt eines Herzfehlers, einer Myodegeneratio oder einer vorgeschrittenen Arteriosklerose fehlt. Es handelt sich teils um überanstrengte oder durch Infektionen geschädigte, teils um konstitutionell minderwertige Herzen [Kraus (1)]; gerade die letzteren führen bei den Anforderungen des Soldatenlebens so oft zu dem mannigfaltigen Bild der „Herzneurose“. Weit häufiger als

bewußte Aggravation und Simulation ist also eine organische Natur des Leidens. Die Funktionsprüfung hat nun nicht allein die schwierige Aufgabe, zu entscheiden, ob und wie weit die Leistungsfähigkeit des Herzens hinter der normalen zurückbleibt, sie soll außerdem die militärische Verwendbarkeit im allgemeinen und die Zuteilung zur jeweiligen Truppengattung im besonderen feststellen. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, ist die Abteilung, die als „Herzbeobachtungsstation“ die Entscheidung zu fällen hat, zunächst ebenfalls auf die rein klinischen Untersuchungsmethoden angewiesen; kompliziertere Methoden, wie das Elektrokardiogramm und die Sphygmobolometrie müssen bei dem großen Material als zu umständlich ausscheiden.

Was nun die klinische Untersuchung anlangt, so hat der Krieg mit seinen zahllosen Herzuntersuchungen die alte Erfahrung bestätigt, daß in der Bewertung einzelner Symptome (abnorme Puls- und Blutdruckwerte z. B.) für die Diagnose verminderter Leistungsfähigkeit die größte Vorsicht am Platze ist. Der Fehlerquellen sind zu viele. Doch steht es andererseits fest, daß ein Zusammentreffen mehrerer klinischer Symptome oftmals die Diagnose fördert, in vielen Fällen sogar rechtfertigen kann. Darum hat jede mit Herzbegutachtung in größerem Umfange betraute Krankenstation die ihr am zuverlässigsten und praktischsten erscheinende Untersuchungsmethode zu einem Schema zurechtgelegt; alle diese Methoden aber stimmen darin überein, daß sie sich aus der klinischen Untersuchung und der Funktionsprüfung zusammensetzen.

Diese Untersuchungen werden jetzt wohl in allen klinischen Instituten, denen die Herzbegutachtung obliegt, durch die Anwendung der Röntgenstrahlen glücklich ergänzt; im Gegensatz zur Perkussion, die zwar in den meisten Fällen über Größe und Form des Herzens annähernd richtige Auskunft gibt, nicht selten aber auch im Stiche läßt (Emphysem), gestatten die Röntgenstrahlen stets Größe, Form und Bewegungen des Herzens und seiner Abschnitte sicher zu erkennen; außerdem gestatten sie noch extrakardiale Faktoren, die auf die Leistungsfähigkeit des Herzens einen nachteiligen Einfluß haben könnten: Pleurale Verwachsungen, Hemmungen der Zwerchfellbewegung, Lungenherde, Geschoßsplitter im Thorax, Emphysem und vieles andere, wahrzunehmen.

Welchen Wert besitzt zunächst die genauere Erkennung von Größenveränderungen für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit? Seit den Untersuchungen von Moritz und Dietlen (3), die zuerst nach chronischer Überanstrengung eine Herzvergrößerung orthodiagraphisch feststellten, hat man sich gewöhnt, eine Herzvergrößerung als Zeichen einer Herzschwäche durch Überanstrengung zu betrachten. Es ist auch nach den Erfahrungen des Krieges nicht in Abrede zu stellen, daß Herzvergrößerung bei Übermüdungszuständen häufig vorkommt. Ein Zeichen herabgesetzter Leistungsfähigkeit ist sie aber nicht in jedem Falle. Wenckebach (2) hat auf dem Kongreß für innere Medizin, Warschau 1916, ausgesprochen, daß sich bestimmte Größenmaße für das normale Herz nicht angeben lassen, da ein Herz nicht nur durch Dilatation und krankhafte Hypertrophie, sondern auch durch „Training“ vergrößert sein kann, wie die Muskulatur eines Athleten: „Im Orthodiagramm wechselt die Herzgröße mit dem Körperbau, dem Zwerchfellstand, der Übung, der geleisteten Arbeit, der Frequenz und der Füllung des Herzens.“ Sie ist ferner von Größe, Alter, Konstitution, Geschlecht und Atmungsphasen abhängig. Dazu kommt, daß nach Kraus bei Menschen, deren Regulationsmechanismen im Splanchikusgebiet insuffizient sind, sich im Stehen das Blut aus der oberen in die untere Körperhälfte ergießt — eine Verkleinerung des Herzens im Stehen ist die Folge.

Wenn man all dies berücksichtigt, so kann es nicht wundernehmen, daß die Zusammenstellungen normaler Herzdurchmesser bei den verschiedenen Autoren [Dietlen (4), Groedel (5), Staub (6)] eine so gewaltige Variationsbreite aufweisen. Auch die einfache Angabe von Treupel (7), daß der normale Herzdurchmesser sich zur lichten Thoraxbreite verhalten soll wie eins zu zwei, läßt sich — nach den Erfahrungen unserer Abteilung in St. Georg — nicht verallgemeinern. Wirklich bindende Normalmaße des gesunden Herzens gibt es also nicht; je

nach dem Körperbau, Ernährungszustand, Zwerchfellstand und der Lebensweise des Untersuchten (körperliche Arbeit, Trink- und Eßgewohnheiten) sind mäßige Abweichungen gestattet. Größenveränderungen, die auf keine dieser Ursachen zurückgeführt werden können, werden aber stets den Verdacht einer organischen Schädigung des Herzens rechtfertigen.

Die Veränderungen der Herzform, die bisher fast nur bei schweren organischen Störungen studiert waren, sind in neuerer Zeit auch für die hier in Frage stehenden Entscheidungen herangezogen worden: Kraus hat in der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1917 das Syndrom des Tropfenherzens entwicklungsgeschichtlich abgeleitet und so genau präzisiert, daß es nicht schwer fallen kann, hierher gehörige Fälle herauszufinden. Obwohl sich nach seiner Ansicht mehr Fälle von Herzschwäche als Tropfenherzen erklären lassen, als man gemeiniglich annimmt, ist die Zahl der so erklärten doch auch nur eine beschränkte, und dürften nur wenige Fälle durch derartig erhobenen Befund als insuffizient erkennbar sein.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, daß uns bei der röntgenologischen Untersuchung eines Herzens auf seine Leistungsfähigkeit das Wesentlichste noch mangelt: nämlich ein objektives Zeichen, das imstande ist, in Fällen, bei denen organische Herzkrankheiten nicht festzustellen sind, uns eine Erklärung zu geben, warum dennoch Beschwerden bestehen, warum dennoch die Leistungsfähigkeit hinter der Norm zurückbleibt. Oder anders ausgedrückt: Gibt es einen typischen Röntgenbefund, der die auf Grund klinischer Funktionsprüfung gewonnene Diagnose herabgesetzter Leistungsfähigkeit zu bestätigen vermag, gerade wie der typische Schatten eines bestimmten Herzfehlers ohne weiteres auf diesen hinweist? Bei diesen Schwierigkeiten darf ein Befund Anspruch auf Beachtung erheben, den Zehbe (8) im Jahre 1916 in der Deutschen medizinischen Wochenschrift veröffentlicht hat. Es handelt sich um eine eigentümliche Veränderung der Herzform und der Herzlage bei tiefer Atmung; eine Veränderung, die sich wiederholt bei Soldaten feststellen ließ, die herzschädigenden Einflüssen (Entbehrungen, Strapazen, Infektionen) ausgesetzt gewesen waren, und die einen Schluß auf den Tonus der Herzmuskulatur zulassen soll.

Wenn man von einem Herzmuskel behauptet, sein Tonus sei herabgesetzt, er sei schlaff, so ist das kein bildlicher Ausdruck, der den Symptomenkomplex mangelhafter Leistungsfähigkeit zusammenfassen soll; man hat vielmehr den Befund im Auge, der sich so oft bei den Obduktionen solcher Leichen findet, die an lange zehrenden Krankheiten oder an für den Herzmuskel besonders deletären Zuständen gestorben sind. Ein solches Herz behält, im Gegensatz zum gut kontrahierten Herzmuskel, auf den Tisch gelegt oder vom Obduzenten in die Hand genommen, seine Form nicht bei: es fällt vielmehr auseinander, formt sich nach seiner Unterlage, gerade wie der erschlaffte Muskel eines plötzlich gelähmten Gliedes. Es ist Zehbes Verdienst, gezeigt zu haben, daß man diese Eigenschaft des Herzmuskels im Röntgenbilde sehen kann, und zwar durch eine charakteristische Veränderung der Herzform bei forzierter Atmung.

Während über respiratorische Veränderungen der Herzgröße in der röntgenologischen Literatur verschiedene, zum Teil sich schroff widersprechende Angaben existieren [Hofbauer und Holzknecht (9), Groedel (10)], von denen aber keine auf ihre Brauchbarkeit zur Diagnose funktioneller Herzschwäche jemals geprüft wurde, findet sich über die Änderung der Form bei der Atmung nur eine Beobachtung in der Monographie der französischen Kliniker Vaquez und Bordet (11). Sie stellten eine bei forzierter Exspiration auftretende leichte Verlängerung der Horizontalachse und Verkürzung der Vertikalachse fest, aber ebenfalls, ohne diese Beobachtung zu diagnostischen Zwecken auszunutzen. Ganz neuerdings und über ein Jahr nach der Zehbeschen Veröffentlichung hat A. Hoffmann (12) in Leipzig den Begriff der Kordatonie aufgestellt. Er legt besonderen Wert auf den linken Herzzwerchfellwinkel; beträgt dieser 90°, überschreitet er diesen Wert gar, so sitzt das Herz in Gestalt „eines schlecht gefüllten Beutels" dem Zwerchfell auf; es ist atonisch. Es entspricht dies dem „Typ des schlaffen Herzens" Zehbes. Diese Herzform wird bei Zwerchfellhochstand viel ausgesprochener; Hoffmann er-

reicht das durch Gasaufblähung des Magens, Zehbe durch forzierte Exspiration — (wir in St. Georg machen beides). Auch in der klinischen Bewertung des Befundes stimmen beide Autoren überein: Bestehende Beschwerden werden durch ihn gerechtfertigt, der Träger eines solchen Herzens ist kein Simulant.

Die Zeit seit der Hoffmannschen Mitteilung ist noch zu kurz, als daß es möglich gewesen wäre, ausreichendes Material zu einem Vergleich mit der Zehbeschen Beobachtung zusammenzustellen; daher liegt den vorliegenden Untersuchungen lediglich das Verfahren von Zehbe zugrunde. Dieser schreibt: „Ich lasse den Patienten möglichst tief einatmen und fixiere dann die Hauptlängsachse des Herzens, die Linie also von der Herzspitze zu dem Punkt, an dem die Vena cava superior in den rechten Vorhof mündet. Dann lasse ich völlig ausatmen und ziehe wiederum den Längsdurchmesser, dabei zeigt sich . . . beim normalen Herzen folgendes: Die Exspirationsherzachse liegt der Inspirationsherzachse ganz oder fast parallel, der Neigungswinkel, gebildet von der Herzlängsachse und der Senkrechten, bleibt für In- wie Exspiration gleich oder fast gleich. Das Herz wird also, abgesehen von der im Sinne des Uhrzeigers erfolgenden Drehung der Herzspitze nach vorn und zurück durch die Atmung nur gehoben oder gesenkt, ohne sonst seine Lage zu ändern. Ebenso bleibt beim normalen Herzen die Herzschattenfigur, d. h. die Herzform, bei der Exspiration unverändert. Im Gegensatz dazu findet man sehr häufig folgendes: Das Herz, das bei Inspiration eine ganz normale Form haben konnte, liegt bei der Exspiration wie eine formlose Masse, wie ein Klumpen Teig auf dem Zwerchfell. Seine Längsachse hat sich aus der früher mehr vertikalen Stellung in eine fast horizontale bewegt, der Neigungswinkel ist also bei der Exspiration kleiner geworden, hat sich mehr dem rechten genähert. Die Herzform ist völlig verändert, sie ist gewissermaßen auseinandergegangen, nach rechts und links breiter geworden[1]), sie hat sich förmlich der Zwerchfellkuppe angeschmiegt; das ist der Typ des schlaffen Herzens."

Für dieses Phänomen wird sich eine andere als eine rein mechanische Erklärung kaum geben lassen. Das Herz, dessen Muskelfasern in ihrem Tonus geschädigt sind, bietet der Hebung des Zwerchfells keinen Widerstand und wird gewissermaßen abgeplattet hochgehoben, wie ein schlecht gefüllter Sack. Daß neben der Schlaffheit der Muskulatur eine schlechte Füllung wirklich mitspielen könnte, ist durchaus denkbar. Da die Untersuchung stets in aufrechter Körperhaltung vorgenommen wird, so könnte bei schwächlichen Individuen auch die mangelhafte Gefäßregulation im Splanchnikus sich geltend machen (Kraus). Allerdings ist es nie besonders aufgefallen, daß bei positivem Phänomen der Radialispuls eine besonders schlechte Füllung zeigt. Auch die respiratorische Irregularität, die sich ja besonders bei minderkräftigen Herzen findet, steht, vielleicht abgesehen von Vagus regulierenden Momenten, mit dem Zehbeschen Phänomen in irgendeinem Zusammenhang.

In der Herzbeobachtungsstation des Allgemeinen Krankenhauses St. Georg, der als fachärztlicher Beirat des IX. Korps Herr Professor Dr. Deneke vorsteht, ist das Auftreten der exspiratorischen Abplattung und ihr Wert für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit an einem großen, sehr verschieden zusammengesetzten Material nachgeprüft worden.

Die Soldaten, die der Station überwiesen sind, sind zum geringsten Teil wirklich krank. Oft sind es Leute, die ursprünglich von kräftiger Konstitution durch die gewaltigen Anforderungen des Feldzuges so schwer mitgenommen sind, daß sie den Dienst nicht mehr tun können. Ein großes Kontingent stellen diejenigen, die nie gedient haben und bei der Ausbildung Herzbeschwerden bekommen, weil die körperliche Arbeit dem an sich vielleicht ganz kräftigen Herzen ungewohnt ist. Eine weitere Gruppe stellen diejenigen dar, die den Dienst nicht machen können, weil sie mit einem konstitutionell minderwertigen Herzen behaftet sind. Andere sind vermöge ihres Alters und der dadurch bedingten Arterienveränderungen außerstande, das Letzte aus sich herauszuholen. All diesen, bei denen im Grunde eine organische

[1]) Im Original nicht gesperrt.

Natur des Leidens nicht in Abrede gestellt werden kann, steht die Gruppe der eigentlich Herzgesunden gegenüber. Sie sind entweder Neurastheniker, die jede geringfügige Empfindung beobachten und in ihre eingebildete Krankheit als Symptom einreihen, oder Aggravanten aller Abstufungen. Daß zwischen all diesen Gruppen fließende Übergänge bestehen, daß ein schwächlicher Mensch mit einem Tropfenherzen außerdem aggraviert, daß die begründeten Beschwerden eines arteriosklerotischen Hypertonikers auch einmal von funktionellen Sensationen überlagert werden können, ist ohne weiteres klar. Auch in bezug auf das Alter und die Berufsart ist das Material sehr verschieden zusammengesetzt. Alle militärischen Altersklassen sind vertreten. Von den verschiedenen Berufen kommen am häufigsten wohl Kaufleute zur Untersuchung, weil der Übergang von der sitzenden Lebensweise dieses Standes zur militärischen Ausbildung besonders große Anforderungen an das Herz stellt. Doch auch viele Offiziere und Beamte, Landwirte und Arbeiter, selbstverständlich auch jugendliche Kriegsfreiwillige sind der Station überwiesen worden. —

Für die Zeit der Untersuchung, die sich meist auf 4—5 Tage ausdehnt, sind die Leute in einem eigens diesem Zwecke vorbehaltenen Saal untergebracht, den sie nicht verlassen dürfen. So ist eine Beeinflussung der Herztätigkeit durch absichtliche körperliche Anstrengungen, geschlechtliche Exzesse, Kaffee, Nikotin, Alkohol ausgeschlossen. Ein Feldwebel hat ein anschließendes Zimmer inne und paßt auf, daß die Ordnung nicht gestört, insbeondere auch, daß keine Nahrungs- oder Genußmittel von außen eingeschleppt werden. Wenn ein Soldat zur Untersuchung eintrifft, muß er zunächst 24 Stunden im Bett liegen, wird kräftig ernährt und im übrigen nicht beachtet.

Am nächsten Tage beginnt der erste Teil der Untersuchung, der darin besteht, daß Puls, Blutdruck und Atmungsfrequenz unmittelbar vor und nach 10 Kniebeugen, sowie nach weiteren 3 und 5 Minuten notiert werden.

Am zweiten Tage wird unter Aufsicht des Feldwebels ein Übungsmarsch ohne Gepäck unternommen, bei dem in der Regel 5 km in einer Stunde, also in ruhigem Schritt, zurückgelegt werden. Im Anschluß daran werden Puls, Atmung und Blutdruck nochmals kontrolliert.

Am folgenden Tage findet die Röntgendurchleuchtung statt. Diese wird im Sitzen vorgenommen; unmittelbar vorher wird der Mann aufgefordert, ein Glas kohlensaures Wasser schnell zu trinken, um durch Herstellung einer deutlichen Magenblase die Herzspitze und den unteren Herzrand möglichst scharf frei zu bekommen. Nunmehr wird bei engster Blende die Röhre so eingestellt, daß der Zentralstrahl durch die Herzbasis und die Mittellinie des Körpers geht, worauf die Blende wieder geöffnet wird. Dann folgt die Beobachtung der Form und Größe des Herzens, der Schlagaderverhältnisse, der Atemexkursion und der Beschaffenheit der Herzzwerchfell- und Zwerchfell-Lungenwinkel. An diesen allgemeinen Überblick schließt sich die Beobachtung des Zehbeschen Phänomens. Die Blende wird so eingestellt, daß beiderseits neben dem Herzen ein schmales Lungenfeld sichtbar ist. Nun muß der Mann einmal tief ein- und mit aller Kraft ausatmen, wobei auf das Auftreten der exspiratorischen Abplattung geachtet wird. Das Ergebnis der Untersuchung wird meistens durch eine Fernpause oder Fernaufnahme kontrolliert und dadurch auch die Herzmasse mit höchster erreichbarer Genauigkeit festgelegt. Nie unterlassen wird die Durchleuchtung in den beiden schrägen Durchmessern, sie gibt Aufschluß über die Beschaffenheit der großen Schlagader; im zweiten schrägen Durchmesser ist aber das Zehbesche Phänomen oft noch besser zu erkennen als in sagittaler Durchleuchtungsrichtung.

Um ein Urteil darüber zu gewinnen, was das Auftreten der exspiratorischen Abplattung bedeutet, ob es einen Schluß zuläßt auf den Kräftezustand des Herzmuskels oder nur ein belangloser Nebenbefund ist, muß zunächst festgestellt werden, wie oft es sich mit den übrigen Symptomen verminderter Leistungsfähigkeit zusammen vorfindet. Um dieser Frage näherzutreten, ist es notwendig, das große Material zu sichten. Nach Ausschaltung aller organischen Herzfehler mußte noch eine große Reihe anderer Fälle aus der Übersicht ausscheiden. Zu-



nächst alle höhergradigen Arteriosklerosen, weil durch diese Erkrankung ein Faktor gegeben ist, dessen Einfluß auf den Herzmuskeltonus einerseits, auf das Ergebnis der klinischen Prüfung andererseits sich nicht ohne weiteres übersehen läßt. Ferner alle durch sonstige organische Veränderungen, pleuritische Verwachsungen, Tuberkulose, Emphysem, komplizierten Fälle und schließlich alle jene Grenzfälle, bei denen eine exspiratorische Abplattung nicht mit Sicherheit konstatiert, aber auch nicht mit Bestimmtheit abgelehnt werden konnte. Hierher gehören solche Fälle, bei denen das Symptom sich eben angedeutet fand, außerdem aber auch solche, die so oberflächlich atmeten, daß die Feststellung der exspiratorischen Abplattung unmöglich war. Die Statistik beschränkt sich demnach auf die Fälle, in denen die röntgenologische Untersuchung entweder eine exspiratorische Abplattung (Zehbesches Phänomen) oder überhaupt keinen Befund aufdeckte. Dabei wurden mäßig vergrößerte und verkleinerte Herzen in die Betrachtung hineingezogen. Erstens weil die Zahl der durchaus normal großen Herzen (nach der Dietlenschen Übersicht) sehr klein ist, zweitens weil, wie aus den oben angeführten Gründen ersichtlich, eine mäßige Vergrößerung oder Verkleinerung des Herzens klinisch belanglos sein kann, wenn sonstige Symptome einer Herzerkrankung fehlen. Von den 300 untersuchten Fällen, die kein organisches Herzleiden aufwiesen, blieben so nur 196 übrig; von diesen zeigten 74 das Phänomen nicht, bei 80 Fällen war es deutlich, bei 42 besonders ausgesprochen.

Gleichzeitig wurde folgender Befund erhoben:

	74 mal Phänomen nicht vorhanden	80 mal Phänomen vorhanden	42 mal Phänomen sehr stark	122 mal die beiden letzten Kolonnen zusammen
Pulsbeschleunigung in der Ruhe	3 = 4 %	4 = 5 %	0 = 0 %	4 = 5 %
Pulsbeschleunigung 5 Minuten nach 10 Kniebeugen	6 = 8 %	19 = 24 %	12 = 28 %	31 = 24 %
Pulsbeschleunigung nach dem Marsch	17 = 23 %	15 = 19 %	6 = 14 %	21 = 16 %
Pulsverlangsamung in der Ruhe	1 = 1 %	0 = 0 %	0 = 0 %	0 = 0 %
Pulsverlangsamung nach 10 Kniebeugen	0 = 0 %	4 = 5 %	0 = 0 %	4 = 5 %
Blutdruck in der Ruhe, hoch	10 = 13 %	21 = 17 %	9 = 21 %	30 = 24 %
Blutdruck in der Ruhe, niedrig	9 = 12 %	8 = 10 %	2 = 4 %	10 = 8 %
Blutdruck nach 10 Kniebeugen stark gesteigert	5 = 7 %	6 = 8 %	4 = 10 %	10 = 8 %
Leiserwerden der zweiten Basistöne nach 10 Kniebeugen	25 = 35 %	41 = 52 %	16 = 38 %	57 = 46 %
Verschwinden der zweiten Basistöne nach 10 Kniebeugen	10 = 13 %	6 = 8 %	16 = 38 %	22 = 18 %
Leiserwerden oder Verschwinden der zweiten Basistöne	37 = 50 %	48 = 60 %	34 = 80 %	82 = 69 %
Geräusche in der Ruhe	13 = 18 %	17 = 21 %	7 = 16 %	24 = 19 %
Geräusche nach 10 Kniebeugen	24 = 32 %	26 = 33 %	30 = 71 %	56 = 45 %
Großes Herz	15 = 21 %	20 = 25 %	12 = 28 %	32 = 26 %
Kleines Herz	19 = 26 %	17 = 21 %	8 = 18 %	25 = 20 %
Herzleiden in der Anamnese	36 = 49 %	47 = 59 %	23 = 53 %	70 = 57 %
Zusammenbruch beim Dienst	11 = 15 %	14 = 18 %	7 = 18 %	21 = 18 %
Strapazen im Felde	32 = 43 %	39 = 50 %	19 = 49 %	58 = 50 %

An dieser Tabelle fällt vor allem auf, daß zwei Symptome besonders oft mit stark ausgesprochener exspiratorischer Abplattung vergesellschaftet sind, nämlich das Auftreten von systolischen Geräuschen und das Leiserwerden der zweiten Gefäßtöne nach Anstrengungen. Beide Symptome könnte man wohl mühelos durch den schlaffen Zustand des Herzmuskels erklären. Daß eine Schlaffheit des Herzmuskels das Auftreten systolischer Geräusche nach Anstrengung bedingen kann, wird sofort klar, wenn man sich den Mechanismus des normalen Klappenschlusses vergegenwärtigt. Um die Klappe vollkommen dicht zu schließen, bedarf es

seitens des Muskelringes energischer Kontraktionen [A. Hoffmann (13)]. Ist er dazu unfähig, so reicht die Länge der Segel nicht aus, um das Ostium abzudichten und es kommt zu Geräuschen. Diese Unzulänglichkeit des Muskelringes kann aber sehr wohl durch Erschlaffung der einzelnen Muskelelemente bedingt sein. Die Bedeutung der Stärke der zweiten Gefäßtöne nach Anstrengungen als Merkmal für die Leistungsfähigkeit der Ventrikel ist schon 1899 von Rosenbach (14) hervorgehoben worden. Wie aus der Übersicht hervorgeht, wird in St. Georg diese sehr einleuchtende und überaus einfache Untersuchung in jedem Falle durchgeführt. Eine Erläuterung der dabei sich abspielenden Vorgänge hat Rehfisch (15) unternommen: Bei kräftigem linken Ventrikel muß nach Ausführung von zehn Kniebeugen der zweite Aortenton lauter werden als der zweite Pulmonalton, weil die Ventrikelmuskulatur ein Plus an Blut in die Aorta zu werfen hat. Ein Lauterwerden des zweiten Pulmonaltones wird sich vor allem dann einstellen, wenn, durch Erlahmung des linken Ventrikels, eine sich im linken Vorhof ansammelnde Residualblutmenge eine kompensatorische Mehrleistung des Herzens nötig macht. Ein Leiserwerden, oder gar ein Verschwinden des einen zweiten Gefäßtones deutet demnach auf eine Insuffizienz des betreffenden Ventrikels; genau dasselbe gilt für das Leiserwerden und Verschwinden beider Gefäßtöne; dann sind eben beide Ventrikel insuffizient. Daß diese Insuffizienz auch auf einer Schlaffheit der Muskulatur beruhen kann, ist durchaus einleuchtend; das häufige Zusammentreffen dieser beiden Befunde mit dem Zehbeschen Phänomen legt sogar den Gedanken nahe, ob sie nicht vielleicht den klinischen Ausdruck für den röntgenologischen Befund des „schlaffen Herzens“ darstellen.

Weiter geht aus der Übersicht hervor, daß eine röntgenologisch festgestellte Vergrößerung oder Verkleinerung des Herzens mit dem Auftreten der exspiratorischen Abplattung nichts zu tun hat. Von den schlaffen Herzen weisen 26 % eine Vergrößerung, 20 % eine Verkleinerung auf; von den straffen Herzen sind 21 % vergrößert, 26 % verkleinert. Auch die Differenzen, die sich für die übrigen Prüfungsmethoden zwischen schlaffen und straffen Herzen ergeben, liegen durchaus innerhalb der Fehlergrenzen.

Die folgende Übersicht soll veranschaulichen, wie viele von den Herzen, die nach der klinischen Prüfung gut genannt werden konnten, dennoch das Phänomen aufwiesen, und wie oft es bei klinisch schlechten Herzen auftrat. Klinisch schlecht wurden die Herzen genannt, bei denen mehrere Kriterien der herabgesetzten Leistungsfähigkeit, also besonders: Blutdrucksenkung nach Anstrengungen, Leiserwerden der zweiten Gefäßtöne, eine mehr als zehn Schläge pro Minute betragende Differenz zwischen der Pulszahl in der Ruhe und nach zehn Kniebeugen, und eine an Schädlichkeiten reiche Vorgeschichte zusammentreffen. Im Röntgenbilde mäßig vergrößerte oder verkleinerte Herzen wurden bei gutem Ergebnis der klinischen Prüfung auch als gut bezeichnet.

	Gute Herzen: 76	Schlechte Herzen: 120
Exspiratorische Abplattung +	25—35 %	39—74 %
„ „ —	48—63 %	27—22 %

Die dritte Übersicht soll den Beweis bringen, daß es sich bei dem Zehbeschen Phänomen nicht um eine physiologische Erscheinung handelt, die sich mit zunehmendem Alter entwickelt, sonst wäre es ja klar, daß die klinische Prüfung bei diesen Herzen schlecht ausfallen mußte. Wie die Übersicht dartut, tritt es ohne Zusammenhang mit dem Alter auf.

	Unter 20 Jahren: 6	Unter 30 Jahren: 73	Unter 40 Jahren: 94	Über 40 Jahren: 23
Exspiratorische Abplattung ++	2—33 %	19—26 %	18—19 %	3—16 %
„ „ +	0— 0 %	34—46 %	35—37 %	11—48 %
„ „ —	4—67 %	20—38 %	41—44 %	9—36 %



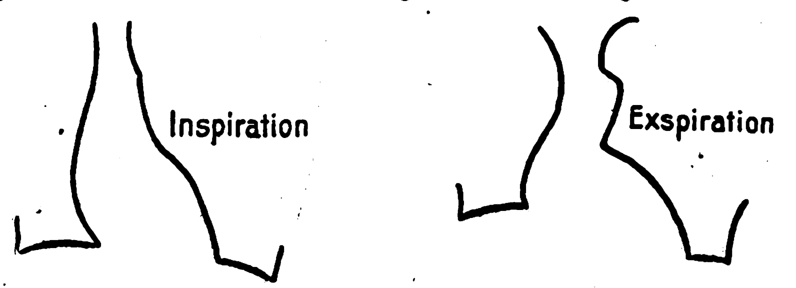
Aus diesen Zusammenstellungen folgt, daß das Symptom der exspiratorischen Abplattung als Merkmal eines schlaffen und damit pathologischen Herzmuskels durchaus brauchbar ist. Besser noch als es die Statistik ergibt, erschien es uns selbst bei der Untersuchueg. Es fand sich oft bei Leuten, die in ihrem ganzen körperlichen Verhalten einen mehr oder weniger schlaffen Eindruck machten, während es meist bei gut entwickeltem und kräftigem Körperbau fehlt. Einige klinische Daten mögen das Gesagte erläutern.

Leutnant Walter B., 22 Jahre. Im August 1914 als Kriegsfreiwilliger eingetreten, war vom Februar 1915 bis Juni 1916 im Felde als Kavallerist, später bei der Maschinengewehr-Kompagnie. Im Juli 1916 wurde er von der Fliegertruppe wegen „nervöser Herzbeschwerden" entlassen und macht jetzt leichten Garnisondienst.

Klagen: Seitenstiche, Kurzluftigkeit, Druckgefühl, Schwäche beim Gehen und bei Anstrengungen.

Befund: Absolute und relative Herzdämpfung nicht verbreitert. Herztöne: In der Ruhe rein, erster Ton dumpf, nach zehn Kniebeugen erster Ton am linken Herzrande längere Zeit, über der Aorta vorübergehend, geräuschartig. Der zweite Ton über der Lungenschlagader vorübergehend abgeschwächt. Puls 80; nach zehn Kniebeugen sofort 114, nach 5 Minuten 104. Blutdruck: 130/80, nach zehn Kniebeugen sofort 130/70, nach 5 Minuten 127/70.

Befund bei der Durchleuchtung: Herz im Verhältnis zur Gestalt reichlich groß, bei starker Ausatmung zeigt sich eine sehr starke Verbreiterung durch Erschlaffung des Herzmuskels; Aorta lang.



Es handelt sich hier um einen gesunden jungen Menschen, der nach einer an Anstrengungen reichen militärischen Vorgeschichte an Herzbeschwerden erkrankt.

Die objektive Untersuchung ergibt keine Herzverbreiterung, dumpfe, aber reine Töne, normale Puls- und Blutdruckwerte. Nun weist die Funktionsprüfung aber auf eine verminderte Leistungsfähigkeit hin, und der Röntgenschirm zeigt neben einer mäßigen Vergrößerung außerordentlich typische exspiratorische Formveränderungen. Die Strapazen haben demnach eine Erschlaffung des kräftigen jungen Herzmuskels bedingt, die sich im Röntgenbilde in einer leichten Dilatation und im Auftreten des Zehbeschen Phänomens ausspricht. Die Beschwerden des Mannes beruhen daher nicht auf Neurasthenie, sondern auf einer organischen Herzschädigung.

Edgar L., 25 Jahre. 1911/12 gedient. War August 1914 wenige Tage im Felde und hatte anläßlich einer Granatexplosion in seiner Nähe einen Nervenshock. Seither Stiche, Herzklopfen und Kurzluftigkeit; war zur Erholung in Nauheim und macht jetzt leichten Dienst.

Befund: Herzdämpfung nicht verbreitert. Herztöne: In der Ruhe erster Ton über der Spitze unrein, zweiter Ton klappend, übrige Töne rein, nach zehn Kniebeugen systolisches Geräusch über Spitze und Pulmonalis, zweite Töne leiser, Extrasystolen. Puls: 68, nach zehn Kniebeugen sofort 132, nach 5 Minuten 82. Blutdruck: 115/65, nach zehn Kniebeugen sofort 170/85, nach 5 Minuten 140/80.

Befund bei der Durchleuchtung: Herz verhältnismäßig klein, Form rundlich, zweiter Bogen springt etwas vor. Bei der Ausatmung wird das Herz breiter, die Längsachse stellt sich quer.

Im Gegensatz zum vorigen Fall handelt es sich hier nicht um einen geschädigten, sondern um einen konstitutionell minderwertigen Herzmuskel, der den Anstrengungen des Feldzuges auch nicht annähernd gewachsen ist. Auch dieser Mann hat kein funktionelles, sondern ein organisches Leiden.

In diesen Fällen traf ein schlechtes Ergebnis der klinischen Prüfung mit einer röntgenologisch nachweisbaren Schlaffheit des Herzmuskels zusammen. Die Diagnose eines schlaffen Herzens hätte also auch zur Not ohne das Zehbesche Phänomen gestellt werden können. Wir

gehen aber weiter: Ergibt die klinische Prüfung normale Leistungen und röntgenologisch besteht die Abplattung doch — die Fälle sind nicht selten — so dürfen wir dennoch annehmen, daß der Herzmuskel schlaff ist, wenn auch nicht so sehr, daß er nicht imstande wäre, größere Anforderungen ohne erhebliche Abweichungen vom Normalen, wenn auch nur mit Mühe, zu überwinden, was seinem Besitzer — um so mehr, wenn er neurasthenischer Veranlagung ist — als Herzbeschwerden zum Bewußtsein kommt. Sehr oft findet sich in der Vorgeschichte solcher Fälle eine große Anzahl herzschädigender Einflüsse (Polyarthritis, andere schwere Infektionen, Märsche, siehe Übersicht 1).

Paul Sch., Unteroffizier, 37 Jahre. Hat neben Kinderkrankheiten Gelenkrheumatismus und Scharlach durchgemacht. Diente 1901/03 bei der Infanterie. Von August 1914 ab war er ein Vierteljahr im Felde und mußte Strapazen durchmachen. Im Anschluß an schwerere Anstrengungen traten Ohnmachtsanfälle auf. Er meldete sich deshalb, und wegen Druckgefühl in der Brust, krank und tut, da er auch im Ersatzbataillon keinen Dienst machen konnte, jetzt Dienst als Schreiber. Zurzeit klagt er über Herzklopfen und Atemnot. Er ist bei öfterer Untersuchung d. u. befunden worden.

Befund: Herzgrenzen nicht verbreitert. Töne rein, nach zehn Kniebeugen bleiben die Töne rein und kräftig. Puls 68, nach zehn Kniebeugen sofort 90, nach 5 Minuten 68. Blutdruck: 120/90, nach zehn Kniebeugen sofort 175/85, 5 Minuten später 135/90.

Röntgenbefund: Mäßige Vergrößerung und geringe exspiratorische Abplattung.

Hier liegt also eine geringe Schlaffheit vor, die zwar dem Manne Beschwerden machte, aber doch nicht ausreichte, um die Resultate der Funktionsprüfung ungünstig zu gestalten. Es sei hier bemerkt, daß ein guter Ausfall der klinischen Prüfung zwar öfters mit geringer exspiratorischer Abplattung kombiniert auftrat, in keinem einzigen derartigen Fall jedoch war das Phänomen sehr ausgesprochen.

Läßt sich die Herzmuskelschwäche, die röntgenologisch als exspiratorische Abplattung imponiert, therapeutisch beeinflussen? Diese Frage ist nicht nur in praktischer Beziehung von Wichtigkeit. Gelingt es nachzuweisen, daß bei schlechtem subjektiven Befinden das Phänomen besteht, nach therapeutischer Beeinflussung aber verschwindet, so ist der Beweis erbracht, daß es sich nicht um einen gleichgültigen Nebenbefund handelt. Da auf der Beobachtungsstation die Untersuchung gewöhnlich fünf, höchstens acht Tage dauert, und Soldaten nur sehr selten der Station ein zweites Mal zugewiesen werden, so besitzen wir über die therapeutische Beeinflussung des Phänomens kein Urteil, bis auf einen Fall, der einen Oberleutnant betraf.

Oberleutnant Artur L., 33 Jahre. Seit August 1914 im Felde. Machte keine wesentlichen Strapazen, jedoch eine schwere Infektion, wahrscheinlich Fleckfieber, durch. Danach sehr schlechter Ausfall der klinischen Funktionsprüfung; der Röntgenschirm zeigte eine deutliche exspiratorische Abplattung; derzeit war auch das subjektive Befinden sehr schlecht. Nach Ruhekur und Behandlung mit Kohlensäurebädern besserte sich das Befinden, die Funktionsprüfung fiel gut aus, das Phänomen war verschwunden.

Es fehlt uns zur abschließenden Erforschung der pathologischen Bedeutung und therapeutischen Zugänglichkeit des Zehbeschen Phänomens das Material. Hier müssen die eigentlichen Krankenstationen ergänzend eingreifen. Zweck dieser Zeilen ist nur, auf dieses Phänomen aufmerksam zu machen, das, nach den Erfahrungen der Herzstation des Krankenhauses St. Georg, imstande ist, in vielen Fällen, in denen die klinische Prüfung schlecht ausfällt, auf eine Schlaffheit des Herzmuskels als Ursache hinzuweisen. Ebenso kann es oftmals Herzbeschwerden, für die sich weder durch die Untersuchung noch durch die Funktionsprüfung eine Begründung finden läßt, hinreichend erklären. Die Verschiebung der Längsachse, auf die Zehbe bei seinem Material großen Wert legt, konnten wir im ganzen nur fünfmal unter fast 200 Fällen feststellen, viermal bei schlaffen, einmal bei straffem Herzen. Sie hat nach unseren Erfahrungen also nicht die große diagnostische Bedeutung wie die exspiratorische Abplattung.

Die Herzbeobachtungsstation des Krankenhauses St. Georg bewertet, von diesen Beobachtungen geleitet, den Befund einer exspiratorischen Abplattung sehr hoch, sie räumt ihm einen erheblichen Einfluß auf das Urteil der militärischen Verwendbarkeit ein, sie steht auch nicht an, seine Anwendung bei einschlägigen Untersuchungen dringend zu empfehlen.

Zusammenfassung.

Zur sicheren Unterscheidung funktioneller und organisch bedingter Herzbeschwerden reicht die klinische Funktionsprüfung, der vielen Fehlerquellen wegen, oft nicht aus. Dasselbe gilt von den röntgenologisch nachweisbaren Herzveränderungen. Das Zehbesche Zeichen weist auf ein schlaffes Herz und damit auf eine organische Grundlage der Beschwerden hin. Es trifft sehr häufig mit dem Auftreten von systolischen Geräuschen nach Anstrengung und der Abschwächung oder dem Verschwinden der zweiten Basistöne nach Anstrengung zusammen, so daß ein gemeinsamer ursächlicher Zusammenhang möglich ist. Bei der Röntgendurchleuchtung ist auf die Feststellung des Zehbeschen Zeichens großer Wert zu legen. Das Zehbesche „schlaffe Herz" deckt sich mit dem Hoffmannschen Begriff der Kordatonie.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Deneke und Herrn Dr. Lippmann für die wertvolle Anregung und Unterstützung bei der Arbeit an dieser Stelle meinen herzlichen Dank zu sagen.

Literatur.

1) Kraus, Deutsche med. Wochenschrift 1917.
2) Kongreß für innere Medizin (Warschau 1916), Wenckebach u. a.
3) Moritz u. Dietlen, Münchner med. Wochenschrift 1908.
4) Dietlen, Münchner med. Wochenschrift 1915.
5) Groedel, F. M., Atlas und Grundriß.
6) Staub, Münchner med. Wochenschrift 1917.
7) Treupel, Deutsche med. Wochenschrift 1917.
8) Zehbe, Deutsche med. Wochenschrift 1916.
9) Hofbauer u. Holzknecht, Zeitschrift für klinische Medizin 1910.
10) Groedel, F. M., Zeitschrift f. klin. Medizin 1910.
11) Vaquez u. Bordet: Herz u. Aorta. Monographie.
12) F. A. Hoffmann, Deutsche med. Wochenschrift 1915.
13) A. Hoffmann: Funkt. Diagnose u. Therapie der Erkrankungen des Herzens und der Gefäße (1911).
14) Rosenbach: Pathologie und Therapie der Herzkrankheiten 1899.
15) Rehfisch, Berliner klin. Wochenschrift 1915.

(Aus der 1. chirurgischen Abteilung des Allgem. Krankenhauses St. Georg in Hamburg.)

Ein Fall von angeborenem Schulterhochstand.

Kasuistischer Beitrag.

Von

Dr. Wolff.

(Hierzu Tafel V, Fig. a.)

Über den angeborenen Hochstand der Schulter sind seit der ersten Veröffentlichung Eulenburgs im Jahre 1863 und seit der weiteren Beforschung Sprengels im Jahre 1891 zahlreiche Fälle in der Literatur mitgeteilt worden.

Der Schwerpunkt der Betrachtung wurde schon bald nach Bekanntwerden der ersten Fälle nicht auf die Therapie, sondern auf die Ätiologie gelegt; denn es zeigte sich bald, und besonders Köllicker machte darauf aufmerksam, daß weder durch physikalische, noch durch mediko-mechanische Therapie, noch auch durch chirurgische Eingriffe eine wesentliche Besserung oder gar Heilung der Deformität zu erzielen sei. Erheblich mehr Interesse bot dagegen die Frage der Ätiologie. Nach Beobachtung mehrerer Fälle in den neunziger Jahren neigten Sprengel, Köllicker, Wiesinger u. a. der Ansicht zu, daß der Hochstand der Schulter als eine intrauterin erworbene Belastungsdeformität, hervorgerufen durch die Verdrehung des Armes nach hinten, bei zu geringer Fruchtwassermenge, aufzufassen sei. Demgegenüber spricht Schlange die Ansicht aus, daß amnoitische Verwachsungen, die eine Verkürzung des Musc.

trapecius und dadurch ein sekundäres Höhertreten der Skapula hervorrufen, Ursache der Mißbildung seien. Erst durch Vervollkommnung der Röntgentechnik und Röntgendiagnostik war es möglich, der Klärung der ätiologischen Frage näherzukommen.

Kienböck konnte 1909 in einer interessanten Arbeit auf Grund genauen Studiums von Röntgenbildern feststellen, daß der angeborene Hochstand eine Teilerscheinung einer komplizierten kongenitalen Anomalie ist. Bei der systematischen Durchforschung des Skelettes solcher Fälle zeigte sich nämlich, daß neben dem Hochstand noch mehr oder weniger zahlreiche andere Mißbildungen bei demselben Individuum vorkommen. Kienböck konnte ferner mitteilen, daß keine nachträgliche Verschiebung der Skapula vorliege, sondern daß der Hochstand zu erklären ist mit dem Ausbleiben eines normalen Deszensus, der in der Regel intrauterin erfolgen soll. Aber auch jetzt blieb die Störung der Ursache unbekannt, und nur vermutungsweise wird die Fixierung des Föten durch amniotische Stränge in einer Lage mit abnormen Druckverhältnissen angegeben. Dieser Auffassung schließen sich im großen und ganzen alle neueren Autoren an.

Eine interessante Zusammenstellung der Weltliteratur geben Hayashi und Matsuoka. Unter den 126 aufgeführten Fällen sind 93 mal Kombinationsdeformitäten beobachtet, Mißbildungen der verschiedensten Art, am häufigsten Verkrümmung der Wirbelsäule. Auch die ätiologischen Gesichtspunkte werden zusammengestellt, und man erkennt hier die Wandlung der Anschauungen im Wechsel der Zeiten.

Die letzte Ursache können auch diese Autoren nicht angeben, wennschon sie dazu neigen, Entwicklungshemmungen anzunehmen. Sie machen besonders auf die Form der Skapula aufmerksam, die in ihren eigenen und auch vielen anderen Fällen mehr an die Form erinnern, wie sie bei Affen und niederen Menschenrassen angetroffen werden. Der Skapularindex, d. h. das Verhältnis der Breite zur Länge der Skapula ist um so größer, je tiefer das Individuum in der entwicklungsgeschichtlichen Stufenleiter steht. Er wird also auch bei diesen Deformitäten größer angetroffen als normal.

Ein neues Licht glaubt Neuhof auf die Ätiologie werfen zu können durch Veröffentlichung einer Reihe hierher gehöriger Fälle, die alle in derselben Familie vorkamen. Er hält die familiäre Form des Schulterhochstandes für den Ausdruck eines Atavismus.

Ich gebe im folgenden die Krankengeschichte unseres jetzt beobachteten Falles:

Anamnese: Seit der Geburt soll bei dem Kinde die linke Schulter höher stehen als die rechte.

Die Geburt ist nach den Angaben der Mutter sehr schwer gewesen, Preßwehen hätten acht Stunden lang gedauert, das Kind sei völlig blau zur Welt gekommen und hätte erst nach langen Bemühungen angefangen zu atmen. Es soll viel Fruchtwasser vor der Geburt abgegangen sein.

Das Kind war bisher nicht wesentlich krank.

Der Vater ist an einem Nierenleiden gestorben, die Mutter lebt, ist gesund, drei Geschwister sind ebenfalls gesund.

Bei den Eltern und den Geschwistern des Kindes sind keine Mißbildungen beobachtet worden, auch nicht in der weiteren Familie.

Status: 9 Jahre altes Mädchen von gesunder Haut- und Gesichtsfarbe in mittlerem Ernährungszustand.

Die Muskulatur ist gut entwickelt.

Die Schleimhäute sind gut durchblutet.

Zeichen einer Rhachitis sind nicht nachweisbar.

Das Gesicht ist symmetrisch gebaut.

An den Augen nichts Besonderes. Die Pupillen sind beiderseits gleich, reagieren.

Es fällt auf, daß das Mädchen nur zwei obere Schneidezähne besitzt, die etwa 1/2 cm auseinanderstehen, während unten vier normale Schneidezähne vorhanden sind. Ein Zwischenkiefer oder eine Spalte im Gaumen wird nicht bemerkt.

Halsorgane ohne Besonderheiten. Keine Halsdrüsen- oder Schilddrüsenvergrößerung.

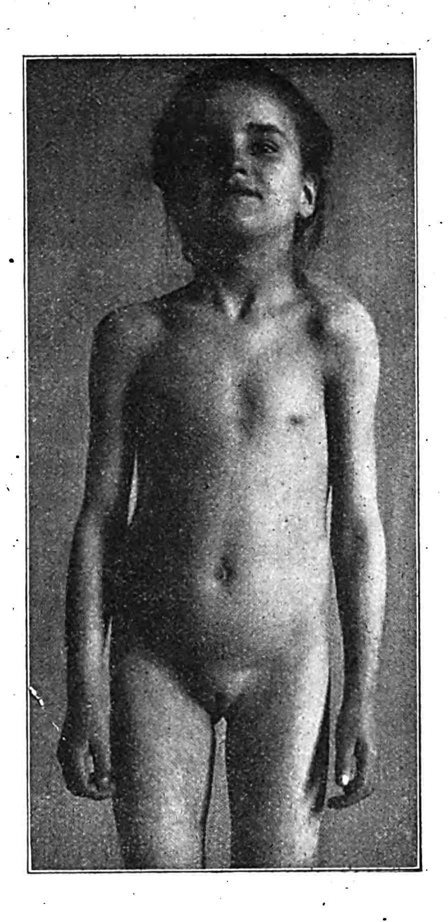
Atmungs- und Kreislauforgane, sowie die Abdominalorgane ergeben bei der Untersuchung keinen besonderen Befund.

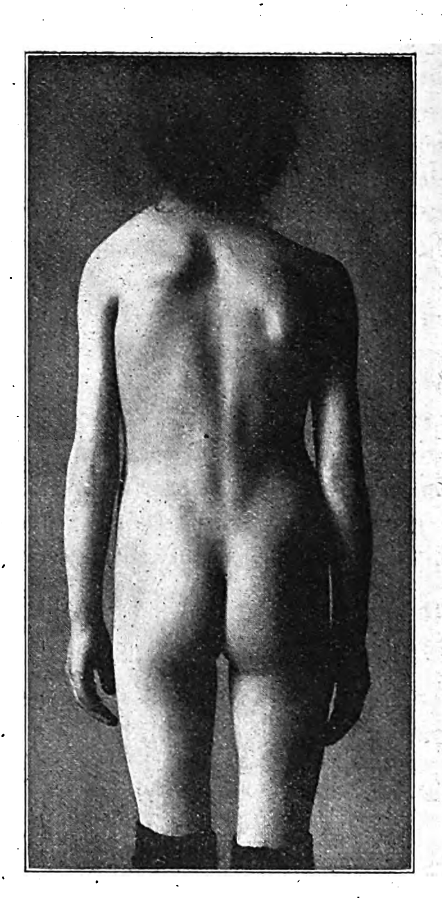


Die Wirbelsäule zeigt eine Skoliose, im Halsteil nach links konvex, im Brustteil nach rechts konvex (vgl. Taillendreieck bei der Photographie), im Lendenteil wieder nach links konvex. Links besteht ein deutlicher Rippenbuckel.

Die linke Schulter steht bedeutend höher als die rechte.

Der Angulus inferior des rechten Schulterblattes steht in Höhe des 8. Dornfortsatzes, der des linken in Höhe des 4. Es besteht also eine Höhendifferenz zwischen beiden von etwa 7 cm. Die linke Skapula ist derart um die sagittale Achse gedreht, daß der äußere, untere Rand nahezu wagerecht verläuft. Die Basis skapulae mißt auf der linken Seite 10 cm, auf der rechten 11 cm. Der innere obere Winkel der Skapula ist hakenförmig nach vorn in der Richtung auf die Supraklavikulargrube ausgezogen. Die Supraklavikulargrube erscheint dadurch vertieft. Die linke Klavikel verläuft steiler als die rechte. Die linke Schulter scheint im Ganzen der Mittellinie näher zu liegen als die rechte, und zwar am Akromion gemessen um etwa 1 cm. Beim Heben der linken Schulter über die Horizontale wird alsbald die Skapula gegen die Wirbelsäule hingedrängt, wodurch eine weitere Hebung des Schultergelenkes unmöglich wird. Beim aktiven Heben des linken Armes kann demgemäß der Arm nur wenig über die Horizontale gehoben werden.





Die elektrische Untersuchung der Schultermuskulatur (Prof. Dr. Sänger) ergibt:

Faradisch: Trapezius: Reagiert beiderseits.
Rhomboideus: Reagiert rechts normal; links reagiert er ebenfalls, er erscheint indessen etwas verkürzt und etwas kontrahiert. (Es ergibt sich jedoch bei Untersuchung in Narkose, daß diese scheinbare Kontraktur bestehen bleibt.)
Pektoralis: Reagiert bds. gut.
Latissim. dorsi: Reagiert bds. gut.

Galvanisch: Trapezius: Kurze Zuckung bds. KSZ > ASZ.
Rhomboideus: Zuckung ist auf der linken Seite nicht ganz so gut wie auf der rechten. KSZ > ASZ.
Pektoralis: Reagiert bds. gut.
Deltoideus: Rechts KSZ > ASZ. Links tritt zuerst die Anodenzuckung auf.

Serratus: **Kurze Zuckungen bds. KSZ > ASZ.**
Infraspinatus: **Erscheint etwas abgeflacht. Kurze Zuckungen, aber etwas lebhafter. KSZ > ASZ.**

Die Röntgenbilder **ergeben einen Hochstand der linken Skapula, deren oberer innerer** Winkel in Höhe des 5. **Halswirbels steht. Auch erkennt man hieran die Drehung der Skapula** um eine sagittale Achse, so **daß der untere Rand der Skapula fast wagerecht verläuft und der** obere Rand bzw. die Spina **sehr steil aufgerichtet ist. Im 7. Halswirbel ist eine deutliche** Spaltbildung zu erkennen. **Der Wirbelkörper läßt eine Aufhellung erkennen, an seinen Rändern** eine dunkle Zeichnung **(Corticalis) erscheinen.**

An der linken Seite **sieht man eine Knochenspange in Form einer Rippe nach unten** ziehen. Diese endigt in **dem Schatten einer vom 2. Brustwirbel entspringenden Rippe. Die** vom Querfortsatz des 1. bzw. **2. Brustwirbels entspringenden Rippen vereinigen sich unter dem** Schatten der Klavikula zu **einer einzigen Rippe. Die Rippen, die am 3. und 4. Wirbel**körper entspringen, zeigen **eine starke Eindellung gleich hinter dem Angulus. Die Rippen,** die am 5., 6. sowie am 7. **und 8. Brustwirbel entspringen, sind in der Gegend des Angulus** je miteinander verwachsen. **Die darauffolgenden Rippen sind normal und zeigen eine den** gegenüberliegenden Rippen **symmetrische Bildung. Es werden links 11, rechts 12 Rippen** gezählt.

Der Thorax, als **Ganzes betrachtet, zeigt auf der rechten Seite eine normale, schöne** Wölbung, an der alle **Rippen eine normale Anordnung zeigen, dagegen erscheint die linke** Thoraxhälfte in ihrer **oberen Partie wie eingedellt.**

Man erkennt auch **auf der Thoraxaufnahme die Skoliose, die im Brustteil nach rechts** konvex, im Lendenteil **nach links konvex und im Halsteil ebenfalls nach links konvex gestellt ist.**

Es handelt sich also **um einen angeborenen Hochstand der linken Schulter mit Drehung** der Skapula um die sagittale **Achse und hakenförmige Ausziehung des inneren oberen Winkels.** Ein Muskeldefekt ist nicht **nachzuweisen. Kombiniert ist diese Deformität mit dem Vorhanden**sein nur zweier oberer **Schneidezähne, mit einer Halsrippe, mit dem Fehlen einer Rippe auf** der linken Seite, mit **Verwachsung verschiedener Rippen untereinander, mit einer Spina bifida** occulta des 7. Halswirbels **und mit einer Skoliose der Wirbelsäule. Hereditäre Verhältnisse** sind nicht nachzuweisen.

Literatur.

Vollständiges Literaturverzeichnis **bis 1911 bei Hayashi und Matsuoka. Deutsche Zeitschrift für** Chirurgie. Bd. 113. 1912.

Ferner: Neuhof: **Zeitschrift für orthopädische Chirurgie. Bd. 31. 1913.**

Aus dem Röntgeninstitut des Allgemeinen Krankenhauses St. Georg, Hamburg.

Leistungen und Rentabilität gasfreier Röhren.

Von

Prof. **Albers-Schönberg.**

In Band XXIV, Heft 5, S. 445 der „Fortschritte" veröffentlichte ich zwei tabellarische Zusammenstellungen über die bis zum 17. Februar 1917 erzielten Höchstleistungen der Lilienfeld- und Siemens Glühkathoden-Röhren, sowie eine Vergleichstabelle dieser Leistungen mit denen der gashaltigen Röhren. Da inzwischen 18 Monate vergangen sind, und ich wegen Inbetriebnahme neuer Röhren meinen eigenen Rekord in absehbarer Zeit nicht werde schlagen können, so bringe ich im folgenden eine Neubearbeitung der Tabellen nach dem Stande vom September 1918. Da von anderer Seite bisher keine statistischen Daten über die Leistungen und die Lebensdauer der gasfreien Röhren veröffentlicht worden sind, so halte ich mich für berechtigt, meine Zahlen einer Rentabilitätsberechnung zugrunde zu legen, wobei ich unter Rentabilität lediglich die Kosten für die Milliampere-Stunde verstehe. Selbstverständlich sind diese Ergebnisse nur vorläufige, da für die Erkenntnis der wirklichen Leistungsfähigkeit und Rentabilität Friedensverhältnisse mit normalen Preisen und exaktere Methoden für die Bestimmung der Leistungen abgewartet werden müssen. Meinen Berechnungen sind Preise aus früherer Zeit, die für die jetzigen Verhältnisse als mäßige zu bezeichnen sind, zugrunde gelegt. Sie stehen im richtigen Verhältnis zu den Vergleichspreisen der gashaltigen Röhren, deren Durchschnitts- und Höchstleistungen ich der bekannten Statistik von Schönfeld (Fortschritte l. c. u. XXIV, Heft 2) entnommen habe. Hätte ich die augenblicklichen Preise berücksichtigt, so wäre das Ergebnis sehr viel ungünstiger ausgefallen. Ich habe durch die tabellarische Darstellung der Höchstleistungen meiner fünf besten gasfreien Röhren gezeigt, was die Röhren im günstigsten Falle leisten können. Eine Berechnung auf Grund aller verbrauchten gasfreien Röhren beider Typen (30 Stück) ergiebt eine wesentliche M.A.-Stunden-Überlegenheit zugunsten der gasfreien Röhren und trotz der hohen Preise eine für Aufnahme und Durchleuchtung nennenswerte Rentabilität. Daß die Rentabilität nicht größer ist, erklärt sich dadurch, daß ich die ganze Entwicklungszeit mit ihren Kinderkrankheiten, die natürlich die Statistik in ungünstigem Sinne beeinflussen, mit durchgemacht habe. Als entlastendes Moment ist ferner auf die geringere Wertigkeit der Kriegsarbeit und des Kriegsmaterials hinzuweisen, unter der nicht nur die Röhren, sondern auch die stromerzeugenden Apparate, besonders die Gasunterbrecher, zu leiden haben. Schließlich will auch die Behandlung der Röhren, für die ganz neue Gesichtspunkte in Betracht kommen, gelernt sein. Es haben also durchaus nicht meine sämtlichen Röhren unter optimalen Bedingungen gearbeitet, vor allem nicht die Lilienfeldtherapieröhren, für die der Induktor eine ungünstigere Stromquelle als der Gleichrichter ist. Wenn also heute von einer sehr erheblichen Verbilligung der M.A.-Stunde durch die gasfreien Röhren nicht durchweg geredet werden kann, so ist dieses in den zeitlich begründeten Hemmungen der Fabrikation und der Preisbildung bedingt. Sehen wir von den Unkosten für die Milliamperestunde ab, so können wir trotz alledem durch die gasfreien Röhren eine nennenswerte Verbilligung des gesamten Röntgenbetriebes buchen. Durch die Mechanisierung des Verfahrens sparen wir an Platten, Chemikalien, Apparatabnützung, Elektrizität usw., ferner an Zeit und Arbeit, so daß sich allein hierdurch schon die Einführung der gasfreien Röhren reichlich lohnt. Wird die Milliamperestunden-Rentabilität mit der Zeit besser, und hieran kann nicht gezweifelt werden, da das Prinzip, wie die Höchstleistungstabelle zeigt, richtig ist, so werden die Gesamtunkosten des Verfahrens noch bedeutend weiter zurückgehen.

Für die Erkenntnis der Fortentwicklung der Röhren ist eine gelegentliche Zusammenstellung der Leistungen usw. von Nutzen, es ist daher zu wünschen, daß auch andere Institute ihre Erfahrungen von Zeit zu Zeit bekanntgeben.

Tabelle 1.

Bisherige im Allgemeinen Krankenhaus St. Georg-Hamburg erzielte Höchstleistungen mit Lilienfeld- und Siemens Glühkathodenröhre.

	Fabrikat	Betriebsart	Milliamp.-Stunden	Kosten der Milliamp.-Stunden	Einzelleistungen
Therapie	**Lilienfeld-Therapieröhre** Nr. 86 mit Wasserkühlung 510 M.	Induktor 35 cm parall. Funkenstrecke Gasunterbrecher	485h 22′	M. 1,05	1917 Dosen zu je 6 Minuten. 2,5 M.A. und zahlreiche experimentelle Expositionen. Zusammen: 698930 Expos.-Sek. Ende: Glühdraht defekt.
Therapie	**Siemens Glühkathodenröhre** Nr. 437 ohne Wasserkühlung 500 M.	Induktor 40 cm parall. Funkenstrecke Gasunterbrecher	659h	M. 0,76	3031 Dosen zu je 6 und 8 Min. 2 M.A. u. experimentelle Expositionen. Zusammen: 19711 Expos.-Min. Ende: durchgeschlagen, rotes Licht.
Zeit-Aufnahme	**Lilienfeld-Aufnahmeröhre** Nr. 102 mit Wasserkühlung 510 M.	Gleichrichter	713h 14′	M. 0,71	5822 Zeitaufnahmen im Durchschnitt zu je 51,5″. 8 M.A. Zusammen: 320959 Expos.-Sek. Ende: Sondenwiderstand defekt.
Zeit-Aufnahme	**Lilienfeld-Aufnahmeröhre** Nr. 266 mit Wasserkühlung 510 M.	Gleichrichter	813h 10′ 56″	M. 0,63	6291 Zeitaufnahmen im Durchschnitt zu je 51,5″. 8 M.A. Zusammen: 365932 Expos.-Sek. Ende: durchgeschlagen, rotes Licht.
Durchleuchtung und Momentaufnahme	**Siemens Glühkathodenröhre** Nr. 1008 mit Wasserkühlung 400 M.	Gleichrichter	622h 42′	M. 0,64	2496 Durchleuchtungen im Durchschnitt zu je 3′. 3,6 M.A. 3378 Momentaufnahmen im Durchschnitt zu je 0,6″. 45 M.A. 131 Zeitaufnahmen im Durchschnitt zu je 51,5″. 10 M.A. (Diese waren schon früher mit der Röhre gemacht worden.) 6005 Einzelleistungen. Zusammen: 572840 Expos.-Sek. Ende: durch Unfall zertrümmert.

Tabelle 2.

Vergleich der Höchstleistungen der gashaltigen und der gasfreien Röhren.

	Gashaltige Röhren Milliampere-Stunden	Gasfreie Röhren Milliampere-Stunden	Gashaltige Röhren Kosten der Milliampere-Stunde	**Gasfreie Röhren Kosten der Milliampere-Stunde**
Therapie	354	659h	M. 0,52	**M. 0,76**
Aufnahme	95,5	813h 10′ 56″	M. 1,28	**M. 0,63**
Durchleuchtung	75,7	622h 42′	M. 2,22	**M. 0,64**



Tabelle 3.

Durchschnitt aller verbrauchten Lilienfeld- (21 Stück) und Siemens Glühkathodenröhren (9 Stück).

		Gashaltige Röhren Milliampere-Stunden		Gasfreie Röhren Milliampere-Stunden		Gashaltige Röhren Kosten der Milliampere-Stunde	Gasfreie Röhren Kosten der Milliampere-Stunde
Therapie	Lilienfeld	144,5	Preis im Durchschnitt M. 161,35	176	Preis 510 M.	M. 1,21	**M. 2,90**
Aufnahme	Lilienfeld	46,8		298		M. 3,74	**M. 1,71**
Therapie	Siemens G.-K.	144,5		414	Preis 400/500 M.	M. 1,21	**M. 1,20**
Durchleuchtung	Siemens G.-K.	24,8		131		M. 7,17	**M. 3,05**

Positives und negatives Stierlin-Symptom bei Ileocoecal-Tuberkulose.

Von

Dr. **Vidor Révész**, Budapest.

(Hierzu Tafel IV, Fig. 1—7.)

Im Jahre 1911 beschrieb Stierlin[1]) zuerst seine Beobachtung, daß bei jenen Formen der Ileocoecal-Tuberkulose, wo die Einmündungsstelle des Ileums nicht verengt ist, das Coecum ascendens sich nie zusammenhängend füllt, sondern daß die Speisen es durchlaufen. Wenn wir daher den Kranken 3—6 Stunden nach der Verzehrung der Kontrastspeise durchleuchten, finden wir im Ileum und im Colon transversum zusammenhängende Kontrastfüllung, das Bild des Coecum ascendens aber fehlt, „als ob es vom Schirm oder von der Platte weggewischt worden wäre".

Das Symptom selbst ist aus der erwähnten Arbeit Stierlins, außerdem aus seinem jüngst erschienenen schönen Werk[2]), ferner aus der Publikation von Kienböck[3]) und aus dem Werk von Gottwald-Schwarz[4]) derart bekannt, daß ich es für überflüssig halte, dessen Beschreibung und Analysierung zu wiederholen.

Obwohl die in der ersten Publikation Stierlins veröffentlichten vier Fälle und die in seinem Werk beschriebenen neuerlichen drei Fälle alle zur Operation resp. zur Sektion gelangten, und in jedem derselben ileocoecale Tuberkulose gefunden wurde, hat dennoch er selbst schon betont, daß dieses von ihm beschriebene und in der Literatur als Stierlin-Symptom genannte Zeichen nicht ausschließlich auf tuberkulotische Erkrankung charakteristisch ist, sondern allgemein einen chronisch-entzündlichen, indurativ-ulzerativen Prozeß in der ileocoecalen Gegend anzeigt.

Außer der Tuberkulose können daher in erster Reihe Karzinom, sodann Lues und eventuell Aktinomykose in Frage kommen, das Röntgensymptom entscheidet daher nur mit der Anamnese und dem vollständigen klinischen Befund die Diagnose.

Wenn wir nun berücksichtigen, daß dieses Symptom mit solch absoluter Präzisität beobachtet und erklärt sowie durch Autopsie bestätigt wurde, so muß es jedenfalls auffallen, daß wir in der Literatur so wenig Fälle beschrieben finden. Prof. Faulhaber stellt in der leider bereits posthumen, in einem der jüngst erschienenen Hefte der „Fortschritte" publi-

[1]) Stierlin, Münchn. med. Wochenschr., 1911, Nr. 23.
[2]) Stierlin, Klinische Röntgendiagnostik des Verdauungskanals, 1916.
[3]) Kienböck, Fortschritte a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen, Bd. XX.
[4]) G. Schwarz, Klinische Röntgendiagnostik des Dickdarms, 1914.

zierten Veröffentlichung[1]) fest, daß außer den Fällen von Stierlin er selbst zwei, Prof. Kienböck einen und G. Schwarz ebenfalls zwei Fälle publiziert haben. Außerdem fand ich im Werke von Goldammer drei Fälle[2]) und in dem soeben erschienenen Werk Emmo Schlesingers[3]) einen Fall. Weder Goldammer noch Schlesinger erwähnen, ob sie außerdem noch weitere solche Fälle gesehen haben.

Faulhaber erklärt diesen Umstand damit, daß dieses Symptom so scharf präzisiert ist, daß die Röntgenologen es sozusagen als vollendete Tatsache zur Kenntnis nehmen. Diese Überzeugung wird nach Faulhaber auch durch den Umstand bestätigt, daß keine einzige gegenteilige Publikation erschienen ist.

Demgegenüber hatte aber auch Faulhaber solche Fälle, wo die Krankheiten, welche das Stierlin-Symptom herbeiführen, vorhanden waren, durch Operation resp. bei der Sektion Bestätigung fanden, das Stierlin-Symptom aber fehlte. Faulhaber findet es für notwendig, die Aufmerksamkeit der Röntgenologen durch Anführung dieser Fälle darauf zu lenken, daß das Fehlen des Stierlin-Symptoms die Erkrankungen der ileocoecalen Gegend derartiger Natur nicht ausschließt. Zu bemerken ist, daß in einem Falle Goldammers das Stierlin-Symptom ebenfalls negativ war.

Mich interessierte das Stierlin-Symptom vom Anbeginn in hervorragender Weise, doch gelang es mir — obwohl ich von der Exaktheit der Beobachtungen Stierlins vollkommen überzeugt war —, trotz aller meiner Bemühungen niemals, das Stierlin-Symptom zu beobachten. Was meine Bemühungen betrifft, sind diese derartig zu verstehen, daß ich nicht nur bei der Röntgenbeobachtung eines jeden Kranken daran dachte, daß ich bei ihm eventuell dieses Symptom finden könnte, sondern auch in dem Sinne, daß ich in den Jahren vor dem Kriege von der Spitalabteilung des Herrn Chefarztes Dr. Szerb direkt solche Kranken erhielt, bei denen auf Grund ihrer Klagen neben den gleichzeitig bestehenden Lungenveränderungen ein Verdacht auf ileocoecale Tuberkulose bestehen konnte. Es gelang uns nie, das Stierlin-Symptom zu beobachten.

Bei dem Durchlesen der zitierten Publikation von Prof. Faulhaber überdachte ich nochmals diese Tatsachen, und ich erklärte mir — einigermaßen im Widerspruch mit seinen Anschauungen, wie auch auf Grund meiner vorher erwähnten negativen Erfahrungen —, das Erscheinen so weniger Publikationen mit dem Umstande, daß der größte Teil der Radiologen — ebenso wie auch ich — selten Gelegenheit findet, das Stierlin-Symptom zu Gesicht zu bekommen. Nachdem ein technischer Fehler nicht die Ursache sein kein, denn das Erkennen des Symptoms ist so einfach, daß man es mit dem ersten Blick auf dem Durchleuchtungsschirm bemerkt, so müssen wir die Ursache darin suchen, daß es wahrscheinlich sehr viele derartige ileocoecale Erkrankungen ohne Stierlin-Symptom gibt. Das beweisen eben auch die erwähnten zwei schönen Beobachtungen von Faulhaber.

Nachdem ich mich durch diese Argumentation so schön beruhigt hatte, kamen mir durch eine sonderbare Laune des Schicksals nacheinander zwei wunderschöne positive Stierlin-Symptome zur Beobachtung und kurz darauf ein im Sinne Faulhabers negativer Fall.

Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit dieser Frage will ich meine drei Fälle veröffentlichen.

Fall 1. L. R., 31 jähriger Kaufmann, Patient des Chefarztes Dr. L. Lévy. Familiäre Tuberkulosebelastung ist nicht vorhanden. Seine Geschwister leben und sind gesund. Kinderkrankheiten hatte er abgesehen von Ohrfluß keine. Er leidet seit 3 Jahren an Lungenspitzenkatarrh, hüstelt fortwährend, Nachtschweiße, ständige Abmagerung. Vor 4 Monaten trat plötzlich Erbrechen auf, dasselbe wiederholte sich immer häufiger, in der jüngsten Zeit bereits täglich. Das Erbrechen tritt gewöhnlich immer nachmittags auf, es pflegt keine Nausea vorauszugehen. Sodbrennen, welches auf Nahrungsaufnahme sich einigermaßen mildert. Er trinkt viel Wasser und leidet an Kopfschmerzen. Häufiges Frösteln und

---

[1]) Faulhaber, Fortschritte a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen, Bd. XXIV.

[2]) Goldammer, Die Röntgendiagnostik der chirurg. Erkrankungen des Magendarmkanals, 1916.

[3]) E. Schlesinger, Die Röntgendiagnostik der Magen- und Darmkrankheiten, 1917.



Kältegefühl. Sein Schlund ist immer trocken, er ermüdet leicht, atmet schwer und leidet an Schwindelanfällen. Er muß viel urinieren, auch in der Nacht. Häufige Diarrhoen, Schmerzen rechts und links im Unterleib. Einst war er ein starker Raucher, jetzt raucht er nur 3—4 Zigaretten täglich.

Der Kranke ist von mittlerer Statur, abgemagert, blaß, blutarm. Die Haut ist fahl, gelblich verfärbt, die Schleimhäute blaß. Drüsen nur stellenweise palpierbar. Asthenischer Thorax. An beiden Apizes vorne und hinten Dämpfung, rauhe In- und verlängerte Exspiration. Der Perkussionsschall ist beiderseits unten, vorn und rückwärts sowie in den Achselgegenden verkürzt, rauhe Inspiration, verlängerte Exspiration und einige feuchte Rasselgeräusche vorhanden.

Herzdämpfung normal, die Herztöne sind rein, zweiter Aortenton verstärkt. Der Unterleib ist an beiden Rippenbögen druckempfindlich, Defense rechts intensiver als links, sie erstreckt sich ungefähr bis zur Nabelhöhe. Über diesem Gebiet ist der Perkussionsschall gedämpft. Entsprechend der Stelle des Mac-Burney-Punktes Druckempfindlichkeit, bei der Palpation findet sich ein ungefähr 7—8 cm langes, $2^1/_2$—3 cm breites von außen oben nach unten und innen sich erstreckendes, auf seiner Oberfläche mehr minder große Unebenheiten, Höcker aufweisendes Gebilde, über welchem der Perkussionsschall gedämpft und das ein wenig beweglich ist (Dr. Levy). Das spezifische Gewicht des Urins ist 1011, in demselben 7,8 % Eiweiß, im Sediment sind farblose und rote Blutkörperchen, Hyalinzylinder nachweisbar. Eiter in Spuren vorhanden, kein Zucker. In den Fäzes kein Blut nachweisbar, auf Bakterien wurde nicht untersucht. Im Blut 3 440 000 rote Blutkörperchen, 43 % Hämoglobin (Dr. Chernel).

Die Reflexe sind auslösbar, die Pupillen reagieren normal.

Der Kranke wurde mit der Diagnose Lungentuberkulose und Nephritis zur Röntgenuntersuchung überstellt mit dem ausgesprochenen Verdacht, daß auch im Darm eine pathologische Veränderung und zwar sehr wahrscheinlich eine Darmtuberkulose vorhanden sei.

Röntgenbefund am 13. I. 1917. Beide Lungenspitzen dunkel, auf dem ganzen Gebiet der beiden Lungen sind disseminierte kleinere und größere Flecken mit unscharfen Rändern sichtbar, die hauptsächlich auf die unmittelbare Nachbarschaft der Hilus und auf die mittleren Partien der Lungen lokalisiert sind. In beiden Lungen finden sich mehrere Kavernen von Haselnuß- bis Nußgröße. Auf der Diaphragma beiderseits ausgedehnte Verwachsungen, sie bewegen sich kaum. Der Magen ist von Holzknechtscher Stierhornform, der kaudale Pol findet sich zwei Querfinger breit unter dem Nabel, geringe Querdehnung, kein Füllungsdefekt. Das Duodenum füllt sich etwas reichlicher und ist ein wenig druckempfindlich. Die Peristaltik zeigt normale Kraft und Schnelligkeit. Der Kranke kam erst nach 5 Stunden zur zweiten Durchleuchtung; im Magen und im Duodenum finden sich noch Spuren von Barium, ein Teil der Kontrastspeise findet sich im Dünndarm und zwar hauptsächlich im Ileum, der größere Teil aber im Colon und zwar von Beginn des Transversum bis zur Mitte des Deszendens. Das Coecum und das Aszendens sind leer, in diesen finden sich nur 2—3 minimale Bariumflecke. Bei der Flex. hep. eine geringe Gasansammlung. Der mit Kontrastspeise gefüllte Teil des Colon ist kontrahiert, zeigt ausgesprochene haustrale Segmentation, bei der Flexura lienalis ist sehr viel Gas vorhanden (siehe Taf. IV, Fig. 1). Am nächsten Tag waren die Därme bereits vollkommen leer, und ich nahm die Irrigoskopie vor. Die Därme füllten sich ganz gut, nur an jener Stelle des Colon descendens, wo wir bei der peros Untersuchung das Ende der Kotsäule fanden, ist eine wohl ausgesprochene spastische Kontraktion auf einem ungefähr 5—6 cm langen Stück sichtbar. Auf diesem Gebiet sehen wir keine zusammenhängende Darmfüllung, sondern nur lauter kleine Fleckchen, was dem bekannten Röntgenbild einer Colitis mucosa oder ulcerosa entspricht. In der unteren Partie des Deszendens fehlt die haustrale Segmentation, welche dagegen am Transversum gut ausgesprochen ist. Das Coecum ist kurz, seine Füllung ist im lateralen und im unteren Teile defekt, die Kontrastlösung ist ein wenig auch in das Ileum hineingeflossen (relative Insuffizienz der V. Bauhini), das unmittelbar in das Ileum mündende Stück des Coecums füllt sich nicht, nur dessen ein wenig distaler gelegene Teil (siehe Taf. IV, Fig. 2).

Diagnose: Ileocoecal-Tuberkulose, Stierlin-Symptom. Der Kranke verläßt das Sanatorium (wo die ganze Beobachtung erfolgt ist), wird immer schwächer, es stellt sich häufiges Erbrechen sowie Schlafsucht ein, später zeigen sich urämische Krämpfe, und er stirbt gegen Ende Februar 1917 während eines urämischen Anfalles. Sektion wurde nicht vorgenommen.

Fall 2. L. A., 22jähriger Bankbeamter, Patient des Herrn Universitätsdozenten Dr. Arthur Hasenfeld. Sein Vater starb im Alter von 50 Jahren an einer Nervenkrankheit, seine Mutter lebt und ist gesund. Er weiß nichts von Kinderkrankheiten. Er kehrte am 18. August 1916 mit Lungenspitzenkatarrh vom Kriegsschauplatz heim, er war aber angeblich fieberfrei. Er wurde 3 Monate lang in einem Roten Kreuz-Spital behandelt und verbrachte sodann in einem Erholungsheim weitere 3 Monate. Hier begann er zu fühlen, daß seine Därme gespannt sind, besonders nach den Mahlzeiten, später traten unmittelbar nach denselben heftige Diarrhoen auf. Das wiederholte sich täglich 2—3 mal. Später trat allabendlich Fieber auf, er wurde appetitlos und magerte ab. Seine Temperatur stieg stufenweise an, seine Kräfte nahmen ab. Anfangs Januar erkrankte er infolge einer heftigen Erkältung, er kam abermals ins Spital, wo er appetitlos war, sich schlecht nährte und Fieber hatte; seine Darmschmerzen, die

sich vorher bis zu Krämpfen gesteigert haben, milderten sich einigermaßen. Während des Spitalaufenthaltes verschlimmerte sich sein Zustand, seine Appetitlosigkeit wurde hochgradig, er litt an intensiver Spannung des Unterleibs, an krampfhaften Schmerzen und an ständiger Diarrhoe. Er genoß nur flüssige Nahrung. Später konnte er das Bett nicht mehr verlassen, das Fieber dauerte fortwährend an und sein Zustand verschlimmerte sich dauernd.

Gegenwärtig bilden seine Hauptklagen die intensive Entkräftung, die Appetitlosigkeit und die Diarrhoe. Bei dem abgemagerten, schwachen Kranken von niedriger Statur ist der Perkussionsschall auf der rechten Lungenspitze gedämpft, rauhes Ein- und verlängertes Ausatmen. Der Perkussionsschall über dem linken oberen Lungenlappen ist gedämpft, das Inspirium rauh, verlängertes Exspirium mit mittelblasigen Rasselgeräuschen. Mit Stäbchenperkussion kann der Verdacht auf eine Kaverne festgestellt werden. Das Herz ergibt normalen Befund. Auf der rechten Seite des Unterleibs in der Ileocoecalgegend Druckempfindlichkeit, intensive Defense und sehr heller tympanitischer Perkussionsschall.

Im Fäzes sind spärlich säurefeste Bakterien nachweisbar (Dr. J. Chernel).

Röntgenbefund am 27. II. 1917. Beide Lungenspitzen dunkel, in beiden Hilusen sind zahlreiche vergrößerte peribronchiale Lymphdrüsen sichtbar, in der linken Lunge zwischen der 2. und 3. Rippe findet sich lateral eine ungefähr nußgroße Kaverne. Das Diaphragma bewegt sich beiderseits frei. Das Herz ist nach allen Richtungen entschieden vergrößert und kugelförmig. Der Magen hat normale Form, ist ein wenig dilatiert und gibt im übrigen normalen Befund. 3 Stunden nach Verzehrung der Kontrastspeise war der Magen vollkommen leer. Ein Teil des Bariums findet sich in den Jejunumschlingen, der größere Teil liegt im Ileum. Die Jejunumschlingen sind breit, die Kerkringfalten sehr ausgesprochen (Stauung im Jejunum — peritoneale Verwachsungen). Eine ziemlich ansehnliche Menge der Kontrastspeise findet sich im Colon transversum, das Coecum und das Aszendens sind leer. In der Flexura lienalis ist außerordentlich viel Gas vorhanden (siehe Taf. IV, Fig. 3).

Nach 6 Stunden später: Der Dünndarm ist noch immer reichlich gefüllt, das bereits in den Dickdarm hineingeflossene Kontrastmaterial ist schon bis zum unteren Teil des Deszendenz gelangt, das Coecum ascendens ist auch jetzt vollkommen leer (siehe Taf. IV, Fig. 4). Am Transversum, besonders aber in dessen proximaler Hälfte sehen wir ebenfalls eine Hypermotilität, eben dort ist die dem Bilde der Colitis ulcerosa entsprechende kleinfleckige Zeichnung, Marmorierung, zu beachten. Bei der Irrigoskopie füllt sich der Dickdarm gut, das Sigmoideum ist lang, schlängelnd, der ganze Dickdarm ein wenig verlängert, in der proximalen Hälfte des Transversum fehlt die haustrale Segmentation nahezu vollkommen. Das Coecum ist auffallend kurz, seine Füllung mangelhaft, es findet sich an ihm kaum eine haustrale Segmentation (siehe Taf. IV, Fig. 5).

Diagnose: Erkrankung des Coecum ascendens und des größten Teiles des Colon transversum tuberkulotischer Natur, Stierlin-Symptom.

Der Kranke nimmt trotz aller therapeutischen Bemühungen an Kräften und an Körpergewicht fortwährend ab. Dauerndes Fieber, die Temperatursteigerungen erreichen oft 38,5° Celsius. Er wird durch Diarrhoe, manchmal Erbrechen und krampfhaften Unterleibsschmerzen gequält. Er wird durch seine Eltern heimbefördert, wo er im August 1917 starb. Eine Sektion fand nicht statt.

Obwohl in keinem dieser Fälle Operation oder Sektion vorgenommen wurde, so ist es doch auf Grund der klinischen und Röntgenbefunde zweifellos, daß in beiden Fällen die Lungenerkrankungen tuberkulotischen Charakter hatten, was als Beweis dafür betrachtet werden kann, daß auch die Darmerkrankung derselben Natur war. In dem Fall 2 wurden im Fäzes auch säurefeste Bakterien nachgewiesen. In beiden Fällen war das klassische Stierlin-Symptom ausgesprochen vorhanden: nach der Magenentleerung findet sich ein Teil der Kontrastspeise im Dünndarm, der andere Teil im Colon transversum usw.; im zweiten Teil tritt noch eine Stenose und Passagestörung geringen Grades im Jejunum hinzu; zweifellos infolge peritonealer Verwachsungen, ferner die defekte Füllung erstreckt sich nicht nur auf das Coecum ascendens, sondern auch auf die erste Hälfte des Colon transversum, das beweist, daß die Hyperirritabilität der Schleimhaut auch dort vorhanden, daß auch diese erkrankt ist. Es bildet nämlich ein wertvolles Charakteristikum des Stierlin-Symptoms, wie das nicht nur die Befunde Stierlins, sondern die aller Beobachter bestätigen, daß es eine genaue Lokalisation der Erkrankung bietet. Bei Operationen wurde die Darmwand resp. deren Schleimhaut genau bis zu jener Grenze erkrankt gefunden, bis zu welcher der Füllungsdefekt reicht. Eben auf dieser Grundlage ist es Stierlin gelungen und zwar auf Grund der Hyperirritabilität der ganzen Darmschleimhaut die Colitis chronica ulcerosa zuerst mittels Röntgenuntersuchung zu diagnostizieren.



Gerade diese scharfe Begrenzung der erkrankten Darmpartie führte **Faulhaber** zu der Hypothese, daß bei dem Füllungsdefekt des Coecum ascendens außer der Hyperirritabilität der erkrankten Schleimhaut auch eine spastische Kontraktur der intakten Darmwände vorhanden sein muß, was ein Zurückfließen des Darminhalts und so die retrograde Füllung der erkrankten Darmpartie verhindert.

Mein dritter Fall zeigt die Erkrankung der ileocoecalen Gegend und des Aszendens — ohne Stierlin-Symptom —, doch ist die Krankengeschichte dieses Falles leider lückenhaft.

Fall 3. Gy. S., 59 jähriger Okonomiebeamter, verheiratet, Vater von 3 Kindern. Er überstand im Kindesalter Typhus, war früher ein starker Weintrinker und ist jetzt starker Raucher. Er ist seit 1 ½ Jahren krank. Sein Leiden begann mit häufigem Erbrechen, seither wiederholt sich das Erbrechen nahezu täglich. Regelmäßig erbricht er nur „gallenhaltige Flüssigkeit". Er klagt nicht über Schmerzen, sein Stuhlgang ist angeblich in Ordnung. Seit Beginn seiner Krankheit hat sein Körpergewicht um 36 kg abgenommen.

Der Patient ist ziemlich gut entwickelt, abgemagert und blaß. Lunge und Herz ergeben normalen Befund, zweiter Pulmonalton verstärkt. Der Unterleib ist stark eingezogen und in der Mittellinie ein wenig druckempfindlich. Die Leber ist vergrößert, an dieser sind undeutlich Resistenzen palpierbar, die Lebergegend ist stark druckempfindlich. Die Milz ist nicht palpierbar.

Im Urin nichts Pathologisches. Im Magensekret findet sich keine freie Salzsäure, Milchsäure in schwachen Spuren, kein Blut, spärliche, lange Bazillen.

Im Erbrochenen sind mittelstark verdaute Speisereste sichtbar, Gesamtazidität 39, freie Salzsäure fehlt, weder Milchsäure, noch Blut. In den Fäces ist die Benzidin-Blutprobe stark positiv, die Guajak-Blutprobe negativ (Dr. **Chernel**).

Röntgenbefund am 18. IV. 1917: Thoraxbefund ungefähr normal. Der Magen ist von Riederscher Hakenform, er ist ein wenig erweitert und vollkommen, in die linke Bauchhälfte disloziert. Der Pylorus selbst befindet sich gute zweifingerbreit links von der Mittellinie. Ein Füllungsdefekt ist nicht sichtbar, die Peristaltik zeigt ungefähr normale Kraft, Schnelligkeit und normalen Verlauf. Druckempfindlichkeit nur rechts vom Magen im epigastrialen Winkel und entlang des rechten Rippenbogens. Das aus dem Magen bereits in den Dünndarm gelangte Kontrastmaterial ist in der rechten Hälfte des Unterleibs sichtbar, was darauf hinweist, daß die Jejunumschlingen in der Lebergegend durch Verwachsungen fixiert sind. Die Jejunumschlingen sind auch verbreitert, die Kerkring-Falten sind an denselben gut sichtbar. Rechts vom Magen und im oberen Teile des Bauches ist der meteoristische Colon sichtbar (siehe Taf. IV, Fig. 6).

3½ Stunden später: Der Magen ist bereits leer, der Kontrastbrei befindet sich gänzlich im Dünndarm, dessen Schlingen noch immer zum größten Teil in der rechten Hälfte des Bauches sichtbar sind.

20 Stunden später: Der größte Teil des Kontrastbreies befindet sich im Dickdarm bis zur Flexura lienalis, die unteren Ileumschlingen sind aber noch immer reichlich gefüllt. Das Coecum ascendens ist kurz, seine Füllung defekt. Seine Konturen sind am inneren, wie auch am äußeren Rand ausgenagt. Besonders groß ist der Defekt in der oberen Hälfte am äußeren Rand und in der Gegend der Flexura hepatica. Bei der Flexur findet sich ein etwa nußgroßer Füllungsdefekt, wie wir es bei Magenkarzinomen sehen (siehe Taf. IV, Fig. 7). Die Ausnagung (der Defekt) erstreckt sich auf ein Stück des Colon transversum.

30 Stunden später war das Ileum bereits leer, das Kontrastmaterial war bis zur Mitte des Deszendens gelangt.

Nach 48 Stunden hatte er bereits bariumhaltigen Stuhl, das Colon transversum und die obere Hälfte des Deszendens waren noch gefüllt. Der überaus ungeduldige Kranke hat in diesem Stadium der Untersuchung seinen Sanatoriumsaufenthalt unterbrochen und konnte durch keinerlei Überredung bewogen werden, diese fortsetzen zu lassen. So unterblieb auch die Untersuchung mittels Eingießung, die sehr wertvolle Daten ergeben hätte.

Röntgendiagnose: Coecum ascendens-Tumor, welcher auch die Einmündungsstelle des Ileum infiltriert und die Bauhinsche Klappe stenotisiert und insuffizient macht (die Untersuchung mittels Eingießung hätte diesbezüglich wertvolle Aufklärungen erteilt). Der Tumor erstreckt sich auf die Flexura hepatica, auf den Beginn des Colon transversum, auf das Peritoneum (Dünndarm-Dislokationen und Verwachsungen) und auf die Leber.

Obwohl weder Operation oder Sektion, noch Untersuchung mittels Eingießung und dauernde klinische Beobachtung in diesem Falle zur Verfügung stehen, so gestattet doch das so charak-

teristische Bild des Coecum ascendens keinen Zweifel, daß hier eine Geschwulstinfiltration vorliegt. Wir sahen, daß das Stierlin-Symptom dennoch fehlt.

Faulhaber gelangt in seinem wiederholt zitierten Artikel zu der Feststellung, daß die bisherigen Annahmen das Symptom restlos nicht erklären können, weshalb auch eine annehmbare Erklärung für den „negativen Stierlin" fehlt (s. L. c.).

Tatsache ist, daß das Stierlin-Symptom nicht nur die Anwesenheit von entzündlichen indurativ-ulzerativen Prozessen anzeigt, sondern diese, wie wir sahen, je nach dem Umfang des Schattenausfalles, auch lokalisiert (ebenso können wir z. B. auch bei Rektumkarzinomen sehen, daß die untere Rektumpartie sowie ein Teil des Sigmodieums sich füllen, das Bild des Zwischenstücks aber ausfällt, wie bei Coecumkarzinomen. Das erinnert uns an das Bild des Pyloruskarzinoms, an die Karzinomdistanz zwischen der gesunden Magenpartie und dem ebenfalls sich normal füllenden Duodenum!).

Andererseits präzisiert Faulhaber sehr schön jene Röntgensymptome, die in manchen Fällen auch bei negativem Stierlin die Geschwulstinfiltrationen der ileocoecalen Gegend erkennen lassen.

Diese sind:

1. die pathologische Kleinheit des Coecum ascendens;
2. ihre abnorme Form und Konturierung; er betont hier besonders die Unschärfe und Zerklüftung der Konturen nach der Analogie der bei Magenkarzinomen bekannten Schattenaussparung;
3. die Undehnbarkeit;
4. die beschleunigte Entleerung.

Wir finden diese Symptome zum guten Teil in dem von mir beschriebenen dritten Fall beisammen.

Meine Fälle bieten daher zum Teil gute Beispiele für den positiven Stierlin bei ileocoecaler Tuberkulose, andererseits bestätigen sie die Behauptung von Faulhaber, daß der Stierlin bei den indurativ-ulzerativen Prozessen der ileocoecalen Gegend fehlen kann. Das Röntgenbild kann trotzdem bei manchen Fällen so charakteristisch sein, daß es die Feststellung des Leidens ermöglicht. Wir müssen daher dem Bild und der Motilität der ileocoecalen Gegend in jedem einzelnen Fall besondere Aufmerksamkeit schenken.

Nachdem wir jedoch wissen, daß es auch ein negatives Stierlin-Symptom gibt, können wir Stierlin nicht ohne jeden Vorbehalt darin zustimmen, daß wir bei palpierbarer Resistenz in der ileocoecalen Gegend und negativem Stierlin-Symptom eine chronische Appendizitis annehmen sollen, obwohl in dem Fall, der in dem Werk von Stierlin publiziert ist, die Operation die Diagnose bestätigt hat.

Arbeiten und Verhandlungen
des
Sonderausschusses für Röntgenstrahlenmessung
der
Deutschen Röntgengesellschaft.

Antrag an die Deutsche Röntgengesellschaft betreffend Einführung eines praktischen Maßes für die Durchdringungsfähigkeit von Strahlen hohen Härtegrades[1])

gestellt von

Th. Christen, München.

Nachdem zahlreiche theoretische und praktische Arbeiten den Beweis erbracht haben, daß die Bestimmung der Halbwertschicht bzw. des Absorptionskoeffizienten harter Strahlen ein peinlich genaues Arbeiten verlangt, wie es wohl vom Physiker, nicht aber vom Arzt verlangt werden kann, hat Wintz[2]) den Vorschlag gemacht, für den Praktiker die prozentuale Tiefendosis oder den Dosenquotienten als Maß für den Härtegrad einzuführen. Dieser Vorschlag ist sicherlich beachtenswert, bedarf nur noch einiger näherer Präzisierung. Die Ausdrücke Dosenquotient und prozentuale Tiefendosis sind so zu verstehen: Ist die Dosis an der Oberfläche D_0 und in der Tiefe D dann ist $\frac{D}{D_0}$ die prozentuale Tiefendosis und $\frac{D_0}{D}$ ist der Dosenquotient.

Die eine Größe ist der reziproke Wert der anderen. Man wünscht in der Praxis der Tiefentherapie eine möglichst große prozentuale Tiefendosis bzw. einen möglichst kleinen Dosenquotienten,

Die prozentuale Tiefendosis soll möglichst wenig kleiner als 1, der Dosenquotient soll möglichst wenig größer als 1 sein

Nun ist aber der Dosenquotient nicht nur vom Härtegrad abhängig, sondern noch von anderen Faktoren, nämlich

1. von der Größe der Fokaldistanz,
2. von der Dicke der Überschicht,
3. von den Dimensionen der streuenden Materie.

Könnten wir von der Streustrahlung absehen, so wäre der Dosenquotient einfach gleich dem Produkt aus dem Dispersionsquotienten[3]) und dem Absorptionsquotienten.

Ist r die Fokus-Haut-Distanz und w die Dicke der Überschicht, so ist der Dispersionsquotient

$$Dq = \left(1 + \frac{w}{r}\right)^2.$$

Rechnet man ferner, wie das ja in der Tiefentherapie annähernd richtig ist, mit homogenen Strahlen, so ist der Absorptionsquotient

---

[1]) Der Antrag wurde im Ausschuß in Diskussion genommen.

[2]) „Die wirksame Röntgenenergie in der Tiefentherapie und ihre Messung." Münchner med. Wochenschrift 1917, Nr. 28, S. 901—903.

[3]) Der Gebrauch des Wortes „Dispersion" für den Begriff der räumlichen Ausbreitung aus einer punktförmigen Strahlenquelle ist von physikalischer Seite beanstandet worden, und zwar streng genommen mit Recht, denn der Physiker bezeichnet mit „Dispersion" die Zerlegung eines Strahlengemisches durch Brechung. Der beanstandete Ausdruck hat sich aber in der Röntgentechnik so eingebürgert, das er kaum mehr auszumerzen sein wird. Auch bedeutet dispergere wörtlich ausbreiten und es weiß tatsächlich in unseren Kreisen Jedermann, was damit gemeint ist.

$$Aq = 2^{\frac{w}{a}},$$

wobei a die Halbwertschicht der Weichteile bedeutet. Nimmt man also keine Rücksicht auf die Streustrahlung, so ist der Dosenquotient

$$Q = Dq \cdot Aq = \left(1 + \frac{w}{r}\right)^2 \cdot 2^{\frac{w}{a}}.$$

Nun muß aber der Streuung Rechnung getragen werden[1]). Bezeichnet man mit τ das Verhältnis der auf ein Raumelement eindringenden Streustrahlung zu der in der gleichen Zeit auf das gleiche Element eindringenden ungestörten Strahlung, so besteht folgende Beziehung zwischen der Dosis D, die ohne Wirkung der Streustrahlung entstünde, und der tatsächlichen Dosis D^*, die unter Mitwirkung der Streustrahlung entsteht:

$$D^* = D \cdot (1 + \tau).$$

Die Größe τ, genannt „wirksame Streuung", ist ein sowohl von dem Härtegrad als auch von der Form des bestrahlten Körpers abhängiger Koeffizient. Infolge dieser Abhängigkeit von der Körperform müssen wir für τ an der Oberfläche einen anderen Wert setzen als in der Tiefe. Wir schreiben daher für die Oberfläche

$$D_0^* = D_0 \cdot (1 + \tau_0),$$

dann wird der Dosenquotient unter Mitwirkung der Streustrahlung

$$Q^* = \frac{D_0^*}{D^*} = \frac{D_0}{D} \cdot \frac{1+\tau_0}{1+\tau} = \left(1 + \frac{w}{r}\right)^2 \cdot 2^{\frac{w}{a}} \cdot \frac{1+\tau_0}{1+\tau}.$$

Der Dosenquotient ist also abhängig

1. von der Fokaldistanz r (die außerdem auch noch etwas Einfluß auf die Größen τ und τ_0 haben dürfte),
2. von der Dicke der Weichteilschicht w,
3. von dem Härtegrad (enthalten in der Halbwertschicht a und in der wirksamen Streuung τ_0 u. τ),
4. von der Größe und Form des bestrahlten Körpers (enthalten in der „wirksamen Streuung" ε_0 & τ).

Da nun der Dosenquotient — und somit natürlich auch die prozentuale Tiefendosis — eine Funktion von vier verschiedenen Größen ist, so kann er nicht ein eindeutiges Maß für den Härtegrad allein darstellen. Um ihn für ein eindeutiges Maß zu verwerten, ist notwendig, daß die anderen Größen entweder eliminiert oder auf bestimmte Werte festgelegt werden. Hiefür unterbreite ich der Sonderkommission für Strahlenmessung folgende

Vorschläge:

1. Der Einfluß der Fokaldistanz wird dadurch ausgeschaltet, daß man nicht den Dosenquotienten, sondern den Absorptionsquotienten als Maß für den Härtegrad wählt. Derselbe hat unter Mitwirkung der Streustrahlung den Wert

$$Aq^* = 2^{\frac{w}{a}} \cdot \frac{1+\tau_0}{1+\tau}.$$

Er wird gemessen, indem man ein Reagens das eine Mal ohne, das andere Mal mit Bedeckung durch eine bestimmte Überschicht bestrahlt und das Verhältnis der Reagenzgrößen (bzw. der Bestrahlungszeiten für gleiche Reaktion) bildet, während die Fokaldistanz unverändert bleibt.

Dabei ist allerdings zu bemerken, daß auch die Größen τ_0 u. τ in geringem Maße von der Größe der Fokaldistanz beeinflußt werden. Man wird also die Fokaldistanz so groß wählen

[1]) Ausführlich behandelt ist diese Frage in meiner Abhandlung „Sekundärstrahlen und Härtegrad", Fortschritte a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen Bd. XXV, H. 1, S. 55.



müssen, daß eine weitere Vergrößerung keine merkliche Veränderung des Bruches $\frac{1+\tau_0}{1+\tau}$ mehr hervorbringt.

2. Der Einfluß der Dicke der Überschicht wird entweder dadurch in Rechnung gezogen, daß man die Größe Aq^* für verschiedene Überschichten bestimmt und das Ergebnis in einer Kurve aufträgt, oder er wird dadurch eliminiert, daß man sich ein für allemal auf eine bestimmte Überschicht, z. B. 10 cm, einigt.

3. Der Einfluß der Körperform, dagestellt durch den Faktor $\frac{1+\tau_0}{1+\tau}$ wird dadurch ausgeschaltet, daß man die Messung am unendlich großen Körper vornimmt. Das ist so zu verstehen, daß man zuerst bestimmt, auf welche Dimensionen man den absorbierenden Körper beschränken darf, ohne mit solcher Abweichung vom unendlich großen Körper einen merklichen Fehler zu begehen.

Man wird praktisch etwa so vorgehen, daß man, entsprechend Fig. 1, das Reagens R in den absorbierenden Körper $a_0 + a_1 + a_2 + \ldots + b_1 + b_2 + b_3 \ldots$ versenkt und dann soviel von den Zusatzstücken wegnimmt, bis eine merkliche Verminderung der Reaktion eintritt. Der gerade noch ohne merkliche Verminderung verbleibende Teil des absorbierenden Körpers darf dann praktisch als unendlich groß betrachtet werden.

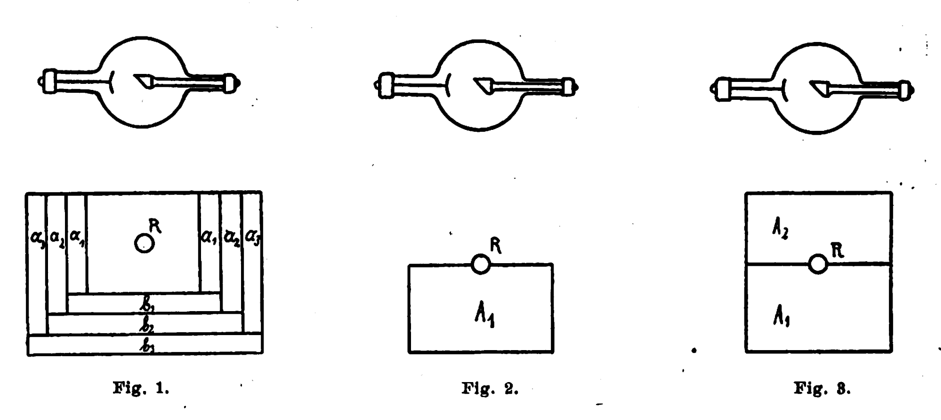


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Hat man die Größe dieses Körpers bestimmt, so geht man folgendermaßen vor:

1. Man bringt das Reagens auf den Körper A_1 (Fig. 2) und gibt ihm damit eine Lage wie sie den Zellen der Haut entspricht, die ja ebenfalls nicht nur die direkte Strahlung von der Röntgenröhre, sondern auch die rückwärts kommende Streustrahlung vom Körper empfängt, und mißt die Reaktion.

2. Man bedeckt das Reagens mit dem Körper A_2 (Fig. 3) und mißt die Reaktion wieder.

Das Verhältnis der beiden Reaktionsgrößen (bzw. das reziproke Verhältnis der Reaktionszeiten) ist dann gleich dem gesuchten Absorptionsquotienten und kann als eindeutiges Maß für den Härtegrad dienen.

Praktische Versuche zur Bestimmung der Konstanten werden zurzeit ausgeführt. Je mehr Stellen sich mit Kontrollversuchen abgeben, um so besser. Es dürfte sich aber empfehlen, schon jetzt den Grundsatz dieser Messung des Härtegrades zu diskutieren. Deshalb stelle ich an die Sonderkommission für Strahlenmessung den Antrag, die Einführung des so bestimmten Absorptionsquotienten als praktisches Maß für den Härtegrad in der Tiefentherapie zu erwägen.

Für die Bestimmung der praktisch kleinsten Fokaldistanz und der Begrenzung des theoretisch unendlich großen Körpers, die beide selbstverständlich bei den größten Härtegraden vorzunehmen sind, schlage ich vor, uns zunächst mit einer Fehlergrenze von 5 % zu begnügen.

Mitteilung aus der II. medizin. Universitätsklinik in Budapest (Direktor: Prof. E. Jendrássik).

Über die in den hinteren Mediastinalraum hineinragenden Geschwülste.

Von

Dr. **Ármin Weisz,** Leiter des Röntgenlaboratoriums.

(Hierzu Tafel VI.)

Auf der II. medizinischen Universitätsklinik in Budapest hatte ich Gelegenheit, fünf Fälle von in den Retromediastinalraum hineinragenden Geschwülsten durch Röntgenuntersuchung diagnostizieren zu können.

Anknüpfend an diese Fälle möchte ich kurz über die klinischen, hauptsächlich jedoch über die Röntgensymptome der retromediastinalen Geschwülste referieren und gleichzeitig auch meine, von den retromediastinalen Tumoren verfertigten Aufnahmen mitteilen.

Der erste Fall bezieht sich auf einen 51 jährigen Feldarbeiter, der im November 1917 die Klinik aufsuchte. Er berichtet, daß er seit ungefähr einem halben Jahr an anfallsweise auftretenden Schmerzen, besonders der linken Brusthälfte leidet, welche sich neuerdings auch auf den linken Arm erstrecken. Zeitweise fiebert er auch. Seit zwei Monaten kann er konsistente Nahrung nur schwer schlucken, oft erbricht er aber auch die flüssige Nahrung. Atmungsbeschwerden hat er keine. Er ist stark abgemagert.

Bei der physikalischen Untersuchung erhalten wir im hinterskapularen Raum längs der Wirbelsäule und links von derselben einen dumpfen Ton, welcher sich gegen die hintere Axillarlinie zu klärt. Das linke Zwerchfell bewegt sich nicht. Die linke Pupille ist erweitert. Die Haut des Brustkorbes zwischen der 5.—9. Rippe ist hyperästhetisch.

Bei dorsoventraler Durchleuchtung und der in dieser Richtung verfertigten Aufnahme (Fig. 1) sehen wir, daß der linke Brustkorb retrahiert ist. Das linke Zwerchfell ist unbeweglich. Die Lungen sind gleichmäßig luftreich. Der rechte Hylusschatten ist stärker. Form und Größe des Herzens normal. Links von der Aorta descendens oberhalb des linken Vorhofes ist der Schatten um ein geringes vergrößert, er schließt sich dem Aortaschatten vollkommen an, pulsiert jedoch nicht und vermittelt auch den Pulsschlag der Aorta nicht. Bei schräger Durchleuchtung und auf der im zweiten schrägen Durchmesser verfertigten Aufnahme (Fig. 2) sehen wir im hinteren Mediastinalraum, ungefähr in der Höhe der 5.—7. Rückenwirbel, einen ovalen Schatten von der Größe eines Gänseeies, welcher sich anscheinend nach hinten zu auf die Wirbelsäule ausbreitet und medialwärts bis zum Aortarand reicht. Der Tumor übt einen Druck auf den Ösophagus aus, so daß der Bismutbrei oder die Bismutkapsel in dieser Höhe stecken bleiben, das Bismutwasser jedoch frei durch den Ösophagus rinnt. Das Erbrechen ist teils durch den direkten Druck auf den Ösophagus, teils reflektorisch durch den Druck auf den Vagus erklärlich. Die Pupillenerweiterung können wir auf die Kompression des Sympathikus, die radikulären Schmerzen und die Hyperästhesie auf die Empfindlichkeit der Rückenwurzeln zurückführen.

A. S. — der zweite Fall — bezieht sich auf einen 39 jährigen Obernotär, welcher im Oktober 1916 die Klinik aufgesucht hat. Seine Krankheit datiert seit einem Jahr; er hatte zuerst im Rücken zwischen den beiden Schulterblättern starke, drückende Schmerzen empfunden, die sich später auch auf den rechten Arm erstreckten. Auch wurde ihm das Atmen schwer, und nach Bewegungen litt er derart an Atembeschwerden, daß er außerstande war, zu arbeiten. Seit zwei Monaten verursacht ihm das Schlucken so starke Beschwerden, daß er keine konsistente Nahrung mehr zu sich nehmen kann. Stark ausgedehnte Venen auf der Brust; das Atmen ist stark stridorös. Im interskapularen Raum, hauptsächlich an der Wirbelsäule und rechts von derselben, ist der Perkussionsschall stark gedämpft, auch oberhalb des Manubrium sterni und rechts von demselben, erhalten wir bei der Perkussion einen ziemlich dumpfen Ton. Bei dorso-ventraler Durchleuchtung erscheinen die Lungenfelder frei, das Herz ist etwas vergrößert, der Aortaschatten sowohl nach rechts, wie nach links, ist in einem ziemlich scharfrandigen Schatten eingebettet, welcher Schatten sich hauptsächlich nach rechts ausbreitet, den Pulsschlag des Herzens und

der Aorta nicht übermittelt und hinter der Aorta an der rechten Seite neben der Wirbelsäule im Hylus verschwindet.

Auf der im ersten und zweiten schrägen Durchmesser verfertigten Aufnahme (Fig. 3) ist der Tumor neben der Wirbelsäule bzw. vor derselben sichtbar, der größere Teil des Tumors liegt hinter dem Arcus aortae und hat hier ungefähr die Größe eines kleinen Apfels und gibt medialwärts einen gewölbten Schatten. Der Tumor übt medialwärts einen Druck aus auf die Organe des hinteren Mediastinums, auf den Ösophagus, auf die Trachea und auf die Aorta. Der Lumen der Aorta wird durch den Druck enger und ist an der hinteren Wand der Aorta eine tiefe Exkavation sichtbar, in welcher sich die Trachea und der Ösophagus befinden. Es war interessant, das Schlucken zu beobachten. Während der Kranke Bismutwasser trank, konnten wir genau sehen, daß das im Ösophagus herunterrinnende Bismutwasser den Tumor umgeht und medialwärts in gewölbtem Bogen hinunterfließt. Der Brei bleibt in der Höhe des Tumorschattens stecken und geht nur ganz langsam weiter. Die Atem- und Schluckbeschwerden erklären sich durch den direkt ausgeübten Druck auf den Ösophagus und auf die Trachea. Nach energischer Arsentherapie und nach intensiver Röntgenbestrahlung bessert sich der Zustand des Kranken, die Schmerzen werden geringer, die Atmung leichter, derart, daß er behufs Erledigung wichtiger Angelegenheiten nachhause fährt. Zu Hause hatte er jedoch wieder Erstickungsanfälle, und als er auf die Klinik zurückkehren wollte, starb er unterwegs.

Beim dritten Fall handelt es sich um einen 48jährigen Bahnaufseher, der im Oktober 1916 auf die Klinik kam. Der Kranke erzählt, daß er schon seit zwei Jahren an großen Schmerzen im Brustkorb leidet. Die Schmerzen verursachen einen gürtelartigen Druck an der unteren Brustkorbhälfte. Die Schmerzen linderten sich zeitweilig, dann wieder traten sie heftiger auf. Seit einem Monat verursacht ihm das Gehen Mühe, seine Füße waren zuerst „wie eingeschlafen", später hatte er in denselben ein dumpfes Gefühl. Sein Gang verschlimmerte sich. Auf die Klinik kam er noch auf eigenen Füßen, in zwei Tagen entwickelte sich jedoch bei ihm eine so starke spastische Paraplegie, daß er nicht mehr aufzustehen vermochte. Nach den klinischen Symptomen dachten wir an eine Kompressionsmyelitis.

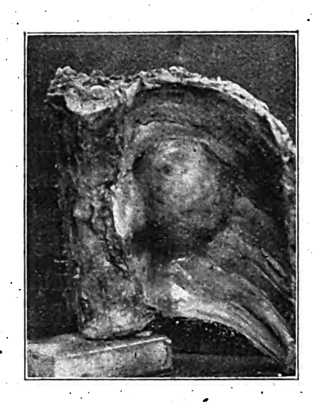
Die Röntgenuntersuchung ergab, daß sich im hinteren Mediastinum in der Höhe der 8.—11. Rückenwirbel ein sich nach rückwärts zu erstreckender und auch in die Wirbelkörper hineinragender großer Tumorschatten befindet, welcher mediastinalwärts bis zum Herzen reicht und den hinteren Mediastinalraum ganz ausfüllt (Fig. 4). Der obere Teil des Mediastinums ist frei. Später bekam der Kranke eine Blasenlähmung und an den unteren Extremitäten Anästhesie mit wachsendem Dekubitus. Ungefähr zwei Monate war sein Zustand unverändert. Nach Röntgenbestrahlungen und Quecksilbertherapie (trotzdem die Wassermannsche Reaktion negativ war) bessert sich sein Zustand, so daß er aufstehen konnte und späterhin auch gehen, trotzdem die objektiven Symptome einer spastischen Paraparese unverändert bestanden. Die Blasenlähmung ist ganz behoben. Der Röntgenbefund ist jedoch auch jetzt unverändert. Der Kranke hat die Klinik in gebessertem Zustand verlassen. Zu Hause fühlte er sich nur kurze Zeit wohl, die Lähmung hat sich wieder erneuert.

Das Röntgenbild des vierten Falles entspricht vollkommen demjenigen des ersten Falles, nur daß hier die durch den Druck auf den Rekurrens und den Phrenikus entstandene Lähmung der Stimmbänder und des Zwerchfelles das klinische Bild vervollständigen.

Der fünfte Fall bezieht sich auf einen 57jährigen Mann, der im April 1917 auf die Klinik kam. Drei Monate vor seiner Aufnahme sind bei ihm sehr heftige, in Anfällen sich zeigende Schmerzen aufgetreten, welche den Typus der sog. radikulären Schmerzen aufweisen und im Bauche in der Nabelhöhe stark ausstrahlten. Die Schmerzen waren sehr intensiv und wurden erst nach Morphium geringer. Dieser Kranke klagte weder über Schwierigkeiten beim Schlucken, noch über Atembeschwerden. Außer einer chronischen Nephritis konnten wir an der linken Seite neben der Wirbelsäule in der Höhe der 8. bis 10. Rippe einen relativ dumpfen Ton nachweisen ohne Atmungsveränderungen. Innervationsstörungen sind nicht vorhanden. Der linksseitige Puls ist schwächer als der rechte.

Bei dorso-ventraler Durchleuchtung (Fig. 5) sehen wir im linken Brustkorb neben der Aorta einen ungefähr faustgroßen, scharfkantigen, kugelförmigen Schatten, welcher auf den ersten Blick einer Aneurysma sacciforme der Aorta descendens entsprechen könnte. Nach ge-

nauerer Beobachtung geht jedoch hervor, daß der Schattenrand nicht pulsiert, ja sogar die Pulsation des Herzens nicht übernimmt, demnach weder einem freien, noch einem obliterierten Aneurysmasack entspricht. Es kann auch keine freiliegende Geschwulst sein, die auf der Aorta liegt, da doch die innere Grenze über den linken Rand der Aorta ragt. Schon der Schattenkontrast weist darauf hin, daß der Tumor nicht zu den Lungen gehört; wir sehen doch vor der Geschwulst die marmorartige Zeichnung der Lungen, und wie auf die Geschwulst gezeichnet den Hylus der linken Lunge und die größeren Bronchien, welche durch den Schatten des Geschwulstes ungestört weiter verfolgbar sind. Auch beim Atmen bleibt der Schatten ohne Bewegung, vor dem Schatten bewegt sich die Lunge. Die schräge Durchleuchtung (Fig. 6) bringt endgültige Klarheit betreffs der Lage des Geschwulstes. Auf diesem Bild sehen wir, daß das Periost der 8.—10. Rückenwirbel angeschwollen ist, und daß aus dem angeschwollenen, dicker gewordenen Periost der Schatten einer ungefähr faustgroßen, überall scharfrandigen, ganz runden Geschwulst sich erhebt, welche sich mehr von der linken Seite des Wirbelkörpers medialwärts ausbreitet und nach hinten zu in den Retromediastinalraum hineinragt. Die Geschwulst befindet sich unter der Trachea, das heißt unter der Teilung der Hauptbronchien, demzufolge verursacht sie keine größeren Atembeschwerden, den Ösophagus drückt sie ein wenig nach rechts, aber da die Geschwulst eher an der linken Seite liegt, führt sie zu keinen größeren Schluckbeschwerden. Unter dem aufgedunsenen und dicker gewordenen Periost sehen wir, daß die Struktur des Wirbelkörpers weniger dicht geworden ist, einzelne Knochenbalken sind verschwunden. Die Lage der Geschwulst erklärt die radikulären Schmerzen. Natürlich waren alle therapeutischen Versuche, wie Röntgenbestrahlungen, Arsen, ganz erfolglos, und der Kranke ist an zunehmender Kachexie am 16. VII. 1917 gestorben. Die Sektion hat in allem die durch das Röntgenbild gestellte Diagnose gerechtfertigt. Die Wirbelsäule mit dem darauf befindlichen Tumor zeigt uns beistehende Abbildung.



Laut histologischer Untersuchung hat sich die Geschwulst als Zylindrom — aus Riesenzellen bestehend — erwiesen.

Die große Seltenheit dieser Fälle und die durch die verschiedenartig gelegenen Tumoren entstandenen abwechslungsreichen Symptome, haben uns dazu veranlaßt, diese Fälle mitzuteilen.

Die X-Strahlen im Kampfe gegen die Tuberkulose, speziell der Lungen.

Von

Dr. M. Fränkel.

II. Teil[1]).

Die Bedeutung der Milzbestrahlung mittelst Reizdosen.

Es bleibt uns als Schluß unserer Betrachtung nur noch eine Frage zur Besprechung übrig, die in der Lungenbestrahlung ein neues Moment bedeutet. Wie ist die Wirksamkeit der Milzbestrahlung zu erklären? Und eng damit verknüpft als Vorfrage? Was bedeutet die Milz im Körperhaushalt? Ist sie wirklich das unwichtige Organ, das sie scheint, — denn sie läßt sich ja bekanntlich operativ entfernen, ohne daß der Körper sichtbaren Schaden leidet — und schließlich: Welche Rolle spielt sie bei der natürlichen Bekämpfung der Tuberkulose durch die Körperkräfte selbst?

Die Milz hat eine Reihe von Funktionen; sie retiniert das im Zellzerfall frei werdende Eiweiß und steht der Hämolyse vor; sie verwertet das in ihr aufgestapelte Fett zum Aufbau

---

[1]) Teil I erschien in Band XXII, S. 482.

anderer Zellen, speziell des Hämoglobins; sie liefert mit Wahrscheinlichkeit ein Hormon, daß das autonome System paralysiert und dessen Wirkung nach seiner Eliminierung in einer erhöhten Darmtätigkeit zum Ausdruck kommt. Sie wird in ihrer eisenretinierenden Funktion mit der Zeit durch die Leber ersetzt, die aber nicht die Fähigkeit hat, das aufgestapelte Eisen mit so großer Avidität festzuhalten. Milz und Thymus kompensieren sich; nach Thymektomie tritt Funktionssteigerung der Milz ein, nach Milzentnahme entfaltet die Thymus größere Wirkung, was sich in dem Symptomen eines gesteigerten Vagotonus ausspricht. Hierfür, wie auch für den erhöhten Eisenexport, finden sich im Blutbilde beim Entmilzen greifbare Kennzeichen; in dem Absinken des Hb-Wertes und der Erythrozytenzahl, in der Lymphozytose und Eosinophilie, als weiterer Befund bei entmilzten Tieren ist die Anwesenheit jener ungenügend entkernten jollykörperartigen Erythrozyten zu notieren.

Weiter haben norphologische, experimentelle und klinische Erfahrungen die Annahme, die Milz stehe der Hämolyse vor, als berechtigt erscheinen lassen. W. Goldschmidts und R. Strisowers Untersuchungen des normalen und des mit Toluylendiamin chronisch vergifteten Blutes vor und nach der Passage durch die normale und vergiftete Milz, ferner ihre Durchblutungsversuche am überlebenden Organ ergaben: 1. daß die osmotische Resistenz der Erythrozyten gegenüber hypotonischen Kochsalzlösungen im Milzvenenblute herabgesetzt erscheint; 2. daß die Hämoglobinämie im peripheren und im Milzvenenblute in der größten Zahl der Fälle nicht nachweisbar ist; 3. daß normalerweise die Milz hämolysiere, diese Funktion jedoch nach Behandlung mit Toluylendiamin sich besonders steigere. Die Schädigung ist nicht im Blute, sondern in der Milz selbst zu suchen, woraus sich die Indikation zur Milzexstirpation in Fällen von hämolytischem Ikterus und perniziöser Anämie, also in Fällen von Hypersplenie im Sinne Eppingers ableiten läßt.

Die Tatsache, wie ungemein selten die Milz von Geschwulstmetastasen befallen wird, sogar in Fällen von allgemeiner Karzinomatose, kann nur so erklärt werden, daß die in die Milz verschleppten Krebszellen zugrunde gehen, weil die Milz in viel höherem Maße als andere Organe die Fähigkeit besitzt, Geschwulstzellen abzutöten bzw. aufzulösen. Auch experimentelle Untersuchungen liegen uns vor, die zeigen, daß in die Milz transplantiertes, arteigenes, embryonales Gewebe fast immer dort zugrunde geht, während es in allen übrigen Organen zum weiteren Wachstum und nicht selten sogar zur teratoiden Neubildung führt. Das gleiche Verhalten zeigt die Milz auch im Kampf gegen den Tuberkelbazillus; daher das verhältnismäßig sehr seltene Vorkommen von tuberkulösen Milzaffektionen.

Es bleibt auch experimentell kein Zweifel, daß die Immunisierungskraft des Milzgewebes im Vergleich mit allen anderen Organgeweben eine besonders hohe ist. Daraus allein geht schon hervor, daß die Milz eine bedeutende Rolle in der Geschwulstbildung bzw. Immunität spielen muß.

Daß die Milz im Kampfe mit fast allen Infektionskrankheiten bzw. Bakterien sich beteiligt, geht schon aus der Reaktion bzw. der Anschwellung derselben bei Infektionen deutlich hervor. Außerdem sind experimentelle Beobachtungen bekannt, daß Tiere, denen die Milz exstirpiert wurde, nach Einspritzungen von gewissen Bakterien zugrunde gehen, während normale Tiere nach denselben Einspritzungen am Leben bleiben.

Neuere Beobachtungen zeigen, daß schon in normalen Organen eine Reihe differenter Stoffe vorhanden ist, welche geeignet sind, im Kampfe gegen eine tuberkulöse Infektion und bei Ausbildung von Immunitätszuständen eine bedeutungsvolle Rolle zu spielen. So haben Bartel, Neumann und Leimsner in ihrem Studium über den Einfluß lymphozytärer Organe in vitro auf den Tuberkelbazillus nachgewiesen, daß eine länger dauernde Einwirkung lymphozytärer Gewebe bzw. von Milzgewebe bei 37° Tuberkelbazillen in einen für das Merrschweinchen avirulenten Zustand überführt.

Aus den interessanten Versuchen von Pfeiffer und Marx, die eine Bestätigung seitens vieler anderer gefunden haben, wissen wir weiter, daß die blutbildenden Organe, Knochenmark,

Lymphdrüsen und in erster Reihe die Milz als die hauptsächlichsten Bildungsstätten der Antikörper angesehen werden können. Injiziert man Versuchstieren Cholera-, Typhus- oder Pneumokokkenkulturen, so findet man, daß während des raschen Ansteigens der entsprechenden Antikörper die Schutzstoffe in der Milz in erheblich höherer Quantität nachweisbar sind als im zirkulierenden Blute. Tötet man die Versuchstiere in verschiedenen Zeitintervallen nach der Injektion von Bakterienkultur, so sind in der Milz schon nach 24 Stunden die ersten Anfänge der Antikörperbildung nachweisbar, also zu einer Zeit, in der das Serum noch vollständig unwirksam ist. Wird bei Tieren die Splenektomie 4 bis 5 Tage nach der Injektion von Bakterien ausgeführt, so wird dadurch die Bildung der Schutzstoffe beeinträchtigt, wie Deutsch zeigte.

Von weittragendster Bedeutung ist nun das Ergebnis weiterer Versuchsreihen:

Die Milzen vakzinierter Tiere scheinen wirksamere immunisatorische Kraft zu entwickeln, als die Milzen von Tieren, die vorher nicht mit dem Tuberkelbazillus in Kontakt gekommen waren.

Es war schon von Bartel und seinen Mitarbeitern festgestellt worden, daß in Breien und Dekokten von Lymphdrüsen, Milz, Thymus und Leber virulente Tuberkelbazillen stark an Virulenz einbüßen, sogar ganz avirulent werden können. Wir können uns diese Zunahme der Resistenz der Meerschweinchen gegenüber der Infektion mit virulenten Tuberkelbazillen nur dadurch erklären, daß die Erreger durch die Behandlung in ihrer Virulenz Einbuße erlitten. Erst dann wird der Meerschweinchenkörper fähig sein, seine natürlichen Heilfaktoren mehr zur Geltung zu bringen und durch Produktion von Bindegewebe die Krankheitsherde zu eliminieren und die Erreger abzutöten suchen.

Wenn nun die Beobachtung gemacht wurde, daß durch die Entmilzung nicht die natürliche Resistenz der Kaninchen gegenüber dem Typus humanus des Tuberkelbazillus vermindert wurde, so läßt sich daraus schließen, daß andere Organe, wahrscheinlich in erster Linie das Knochenmark und die Lymphdrüsen, vielleicht auch nach neueren Untersuchungen die Thyreoidea ihre Funktion übernehmen können. Das geht auch mit Sicherheit aus älteren Versuchen von Pfeiffer und Marx hervor, die feststellten, daß die Milz als vornehmste Bildungsstätte der Choleraschutzstoffe anzusehen ist. Trotzdem ist aber das Serum entmilzter Kaninchen in gleicher Zeit ebenso reich an Antikörpern gegen das Chloleravirus, wie dasjenige nicht splenektomierter Tiere.

„Vikariierende Organe können ebenso den Ausfall der Milz kompensieren."

Wenn nun in neuester Zeit Blumenreich und Jacoby konstatieren, daß entmilzte Meerschweinchen Infektionen mit Diphtherie, Pyozyaneus, Cholera nicht nur ebensogut, sondern auffälligerweise sogar besser vertrugen als Normaltiere und die größere Widerstandsfähigkeit entmilzter Tiere gegen Infektionen auf die nach der Splenektomie für längere Zeit eintretende Leukozytose zurückführten, wenn sie dann weiter eine größere bakterizide Fähigkeit des Serums der entmilzten Tiere fanden, so spricht das gerade für den Wert der Milz im Kampfe gegen die Infektionskrankheiten; denn dieses Resultat ist so zu erklären, daß durch das plötzliche Fehlen der Milz ein hochgradiger vikariierender Arbeitsreiz für die Ersatzorgane in Form stark gesteigerter Leukozytose ausgelöst wird. Wieviel größer muß erst die Wirkung sein, wenn die an sich schon so einflußreiche Tätigkeit der Milz im Kampf gegen die Infektionserreger durch Strahlen noch mehr erhöht wird!

Wir wissen, daß die Milz die Zerstörungsstätte der roten und der weißen Blutkörperchen ist, und daß unter pathologischen Bedingungen neben dem Knochenmark auch in den Lymphdrüsen rote und weiße Blutkörperchen, aber auch körperfremde Elemente zerstört werden. Was die Tuberkulose anbetrifft, so findet sich, wie Hirschfeld schreibt, bei Miliartuberkulose eine starke Herabsetzung der Gesamtleukozytenzahl und eine schwere Veränderung der neutrophilen Blutbilder, wobei die Untersuchungen Arneths zugrunde liegen. Dieser teilt, wie bekannt, die neutrophilen Leukozyten nach ihrer Kernbeschaffenheit und Anzahl ein in solche



mit einem Kern als die jüngsten aller Formen und dann weiter aufsteigend in ältere Formen mit zwei, drei bis fünf Kernen, die in ganz verschiedenen bestimmten Prozentsätzen im normalen neutrophilen Blutbilde sich befinden und zwar so, daß von den jüngsten und den beiden ältesten der geringste Prozentsatz der Gesamtzahl im Blute sich findet, während die älteren Formen mit zwei und drei Kernen zu je $40\,^0/_0$ vertreten sind.

Bei der gewöhnlichen Leukozytose werden nach den Feststellungen Arneths — so entnehmen wir der äußerst eingehenden Arbeit Hirschfelds — zunächst nur die Zellen der letzten Klassen verbraucht, die nach seiner Ansicht am geeignetsten sind, durch Bildung von Antistoffen die Infektionserreger und ihre Toxine zu vernichten, und je größere Mengen dieser kampftüchtigsten Zellen der Körper hat, desto weniger wird sich ein vermehrter Untergang dieser Elemente bemerkbar machen. Je schwerer dagegen die Infektion ist, je mehr von diesen alten Zellen zugrunde gehen, desto höhere Anforderungen an die Leukozytenproduktion im Knochenmark gestellt werden, desto höher steigt die Zahl der Zellen in den ersten Klassen, welche Jugendformen der erstgenannten darstellen. Im allgemeinen ist also eine fehlende oder geringere Verminderung der Leukozytenformen der letzten Klassen Beweis einer leichten Infektion bzw. ein Hinweis darauf, daß der Organismus leicht mit den Infektionserregern fertig wird, eine Verschiebung nach links, das heißt eine Vermehrung der Jugendformen in den ersten Klassen ist umgekehrt das Zeichen einer schweren Erkrankung. Es hat sich weiter herausgestellt, daß trotz normaler Leukozytenzahl eine erhebliche Verschiebung des neutrophilen Blutbildes nach links eine Anisozytose vorhanden sein kann, so daß also die Arnethsche Methodik einen viel tieferen Einblick in die Leukozytenreaktion gewährt, als die bloße Zählung der Leukozyten. Findet man beispielsweise bei irgendeiner Eiterung im Organismus niedrige Leukozytenzahlen, so ist das keineswegs ein Zeichen des Rückgangs der Infektion, wenn das Arnethsche Blutbild eine Verschiebung nach links zeigt; besteht dagegen bei niedriger Leukozytenzahl keine erhebliche Verschiebung nach links, so beweist das, daß die Leukozyten den Kampf mit den Infektionserregern verhältnismäßig gut bestehen, wenn auch eine gleichzeitige Vermehrung der Gesamtleukozytenzahl auf einen noch günstigeren Stand des Kampfes hindeutet. Umgekehrt kann trotz bestehender Hyperleukozytose eine bedeutende Verschiebung des neutrophilen Blutbildes nach links auf eine sehr starke Inanspruchnahme des Knochenmarks hinweisen.

Die schwerste, prognostisch ungünstigste Blutveränderung ist die Anisohypoleukozytose, bei der Herabsetzung der Gesamtleukozytenzahl und schwere Schädigung der neutrophilen Zellen Hand in Hand geht, eine weniger schwere Blutschädigung ist die Anisonormozytose, dann käme der Reihe nach die Anisohyperzytose und endlich die Isohyperzytose als günstigste Leukozytenreaktion des Organismus, da sie beweist, daß trotz erhöhter Gesamtleukozytenzahl die Blutbildungsorgane noch nicht gezwungen waren, durch Neubildung für den Auszug junger Mannschaften zu sorgen.

Bei subakuten Phthisen ist trotz Fiebers und großer Mengen eitrigen Auswurfs keine Vermehrung der Leukozytenzahl, wohl aber eine Veränderung des neutrophilen Blutbildes festzustellen. In chronischen Fällen waren diese Veränderungen weniger ausgesprochen, erst bei vorgeschrittenen Phthisen fanden sich schwere Veränderungen. Arneth glaubt, daß der Blutbefund ein nicht zu unterschätzendes Kriterium für die Prognose der Phthise ist. Interessant sind seine Feststellungen bezüglich des Einflusses der Tuberkulinkur auf die Leukozyten; mit schweren Reaktionen gingen auch schwere Veränderungen des neutrophilen Blutbildes einher, bei Besserungen trat auch eine Sanktion des Blutbildes ein.

Wie wirkt Tuberkulin auf die Blutbildung?

Diese Frage, die Brösamlen-Tübingen zu lösen unternommen, hat recht interessante Ergebnisse auch für unsere Beobachtungen gezeitigt.



Übereinstimmend mit den Angaben von Sahli, Fauconnet u. a. sah Brösamlen im Anschluß an die Tuberkulininjektionen eine Vermehrung der weißen Blutkörperchen eintreten. Die Leukozytose setzte im allgemeinen akut ein und konnte schon vorhanden sein, ehe Fieber und andere Reaktionserscheinungen manifest geworden waren. In ihrem weiteren Verhalten zeigten sich die weißen Blutkörperchen von der Temperatur abhängig. War keine nennenswerte Temperatursteigerung aufgetreten, so war die Vermehrung der weißen Blutkörperchen nur vorübergehender Art; erreichte aber die Temperatur höhere Grade, dann blieb die Leukozytose längere Zeit bestehen und die Zahl der weißen Blutkörperchen kehrte erst mit dem Abklingen der Temperatur zum ursprünglichen Wert zurück.

An der Zunahme der weißen Blutkörperchen waren vorwiegend die neutrophilen Leukozyten beteiligt. Von den übrigen Zellformen zeigten nur die eosinophilen Leukozyten ein besonderes Verhalten. Im unmittelbaren Anschluß an jede Tuberkulininjektion konnte er ein erhebliches Ansteigen der eosinophilen Zellen im Blut beobachten. Die Vermehrung setzte im allgemeinen wenige Stunden nach den Injektionen ein und war schon nachweisbar, ehe klinische Reaktionserscheinungen, wie Allgemein- und Herdreaktion, zutage traten.

Nach Beobachtungen blieb die Eosinophilie nach Tuberkulininjektionen nur bei solchen Leuten aus, die sich als tuberkulosefrei erwiesen, dagegen war sie immer vorhanden, wenn der betreffende Kranke im Laufe der Injektionen positiv reagierte.

Welche Bedeutung kommt dem Auftreten dieser Eosinophilie zu?

Wir wissen, so führt Brösamlen aus, daß bei einer ganzen Reihe von Krankheitszuständen die eosinophilen Leukozyten eine Beeinflussung erfahren. So ist es bekannt, daß bei vielen Infektionskrankheiten (Pneumonie, Typhus abdom., Polyarthritis, Sepsis) auf der Höhe der Erkrankung die eosinophilen Zellen eine hochgradige Verminderung aufweisen oder gar völlig aus dem Blut verschwinden und daß mit dem Eintritt der Rekonvaleszenz eine Hypereosinophilie verbunden ist. Diesem Wiedererscheinen der eosinophilen Leukozyten wird eine prognostisch günstige Bedeutung zuerkannt und die klinische Erfahrung gibt dieser Auffassung recht.

Nun gibt es noch eine Reihe anderer Affektionen, die mit einer oft erheblichen Eosinophilie einhergehen. In erster Linie ist hier das Asthma bronchiale zu nennen, das zu Beginn des Anfalles recht erhebliche eosinophile Werte aufweist. Weiterhin kennen wir eine Vermehrung der eosinophilen Leukozyten im Blut bei allen parasitären Erkrankungen und bei verschiedenen Hautaffektionen (Pemphigus, Urtikaria und Arzneiexanthem).

Nach der Theorie von Ehrlich werden die eosinophilen Zellen auf chemische Reize hin aus dem Knochenmark in vermehrter Menge in die Blutbahn ausgeschwemmt. Ihre Bedeutung wird von ihm darin gesehen, daß sie als selbständige Zellen und Träger einer bestimmten, eigenen biologischen Funktion ein Verteidigungsmittel des Organismus darstellen und als Gegengifte gegenüber bakteriellen und anderen Toxinen aufzufassen sind. In allerletzter Zeit ist Schlecht der Frage der Bedeutung der eosinophilen Zellen nähergetreten. Er hat nach Seruminjektionen gleichzeitig mit dem Auftreten eines Exanthems eine Eosinophilie im Blute feststellen können und hat auf die Möglichkeit des Zusammenhangs dieser Erscheinung mit der Anaphylaxie hingewiesen. Diese Vermutung konnte er im Tierversuch bestätigen, indem er bei Meerschweinchen, die den anaphylaktischen Schock überstanden, eine erhebliche Eosinophile im Blute auftreten sah.

Die nach Tuberkulininjektionen auftretenden Reaktionen beruhen nach einer jetzt fast allgemein gebilligten Annahme auf einer Überempfindlichkeit der Tuberkulösen gegenüber dem Gift der Tuberkelbazillen. Man darf also wohl annehmen, daß die unmittelbar an die Tuberkulininjektionen sich anschließende Eosinophilie als Folge eines anaphylaktischen Zustandes anzusehen ist und daß die vermehrte Ausschwemmung dieser Zellformen aus dem Knochenmark eine Schutzreaktion des Organismus darstellt.

Die morphologische Znsammensetzung des Blutbildes zeigte von vornherein eine Neu-



trophilie, die nach den Injektionen noch ausgeprägter wurde. Die Lymphozyten spielten im ganzen Verlauf keine besondere Rolle. Diese Feststellung ist deshalb bemerkenswert, weil den Lymphozyten besondere Beziehungen zu der Tuberkulose zuerkannt werden, namentlich seit Widal und Wolff-Eisner auf die tuberkulöse Natur lymphozytenhaltiger Pleuraergüsse hingewiesen haben. Man glaubte sich zu der Annahme berechtigt, daß die Lymphozyten eine wichtige Rolle im Kampf gegen die Tuberkelbazillen spielen und legte ihrem Auftreten eine prognostisch günstige Bedeutung bei.

Brösamlen hat auch bei ganz offensichtlicher Besserung des Krankheitszustandes nie eine Vermehrung der Lymphozyten im Blut beobachtet und spricht darum den Lymphozyten jegliche prognostische Bedeutung ab. Was die Eosinophil-Leukozytose betraf, denen Brösamlen den Hauptwert beilegt, so boten die Kranken nach den therapeutischen Tuberkulininjektionen ein recht wechselndes Verhalten.

Brösamlen fand, daß Kranke die Injektionen gut vertrugen, und deren Zustand sich unter der Tuberkulintherapie subjektiv und objektiv besserte, regelmäßig mit einer Vermehrung der eosinophilen Zellen reagierten. Die Eosinophilie blieb aber aus, sowie Störungen im Verzug waren, sei es nun, daß sie durch die Injektionen als solche oder durch interkurrente Erkrankungen verursacht waren. Interessanterweise konnte man durch die Kontrolle des Blutbildes die Störung voraussagen, ehe klinische Anhaltspunkte dafür vorlagen, so daß man bei solchen Kranken, die von einem gewissen Zeitpunkt ab die Injektionen nicht mehr vertrugen, frühzeitig genug gewarnt wurde und durch Reduktion der Dosis und durch Verlängerung der Pausen der drohenden Gefahr begegnen konnte.

Seine Beobachtungen machen die Annahme wahrscheinlich, daß man in dem Auftreten der Eosinophilie nach Tuberkulininjektionen einen Indikator für das Auftreten gewisser Schutzkräfte erblicken kann. — Und das gleiche gilt von dem Einfluß der X-Strahlen. —

Reagieren die Kranken auf die Tuberkulininjektionen mit einer Vermehrung der eosinophilen Leukozyten, so darf man annehmen, daß man auf dem richtigen Weg ist. Bleibt die Vermehrung aus, nachdem sie bei früheren Injektionen immer vorhanden gewesen war, dann ist Gefahr in Verzug und Vorsicht am Platze. Man wird nun zunächst die Tuberkulindosis verringern und die Pause zwischen zwei Injektionen verlängern. Tritt auch jetzt keine Eosinophilie auf, so müssen die Injektionen bis auf weiteres sistiert werden. Kranke, die von vornherein nicht nur keine Vermehrung, sondern im Gegenteil eine Verminderung der eosinophilen Zellen aufweisen, dürfen als ungeeignet für die spezifische Therapie angesehen werden.

Nun glaubte zwar Wassermann, daß mittelst der Komplement-Verbindungsmethode nachgewiesene Antikörper einen Maßstab für die Wirksamkeit des Tuberkulins abgeben. Aber — und dies ist für unseren röntgen-therapeutischen Einfluß wichtig — es hat sich gezeigt, daß das sogenannte Antituberkulin von Tuberkulösen auch ohne Tuberkulinbehandlung gebildet werden kann.

Nun wissen wir, daß bei allen ganz akuten Prozessen sich vorwiegend polynukleäre neutrophile Zellen sich finden, bei allen chronischen Affektionen dagegen Lymphozyten. In allen denjenigen Ergüssen, die nicht entzündlicher Natur sind, sondern als Transsudate aufgefaßt werden müssen, fällt der Reichtum an Endothelien auf. Im einzelnen haben die recht zahlreichen Studien auf diesem Gebiet folgendes ergeben: Bei pleuritischen Ergüssen spricht eine Lymphozytose, namentlich wenn die Ergüsse noch nicht alt sind, für eine tuberkulöse Natur des Prozesses. Bei tuberkulösem Aszites überwiegen ebenfalls die Lymphozyten ebenso wie bei Meningitiden die Lymphozytose für die tuberkulöse Natur des Prozesses spricht.

Andererseits ist nach Ehrlich und Pincus die Lymphozytenleukämie eine Systemerkrankung, eine Affektion des gesamten universell im Organismus verbreiteten lymphatischen Gewebes. Daher kommt es, daß bisweilen die stärksten leukämischen Veränderungen in solchen Fällen gar nicht in den Blutbildungsorganen zu sitzen brauchen, sondern z. B. vorzugsweise an der Haut oder an den lymphatischen Apparaten der Darmschleimhaut entwickelt sein

können, und das gleiche kann sich auch am lymphatischen Apparat des Gesamtorganismus abspielen.

Da die Lymphozytenleukämie eine Erkrankung des lymphatischen Systems ist, so finden wir natürlich den Grund der Veränderungen bald an dieser, bald an jener Stelle des Körpers stärker ausgeprägt. Es gibt Patienten, bei denen die äußerlich fühlbaren Lymphdrüsen gerade eben als geschwollen gefühlt werden können, und bei denen man erst bei der Leiche enorme Drüsentumoren in der Bauchhöhle findet. In anderen Fällen wieder ist die Haut, in anderen der Digestionstraktus Sitz besonderer Schwellungen. In manchen Fällen ist die Milz mehr, in anderen weniger beteiligt.

Sehr richtig schreibt Hirschfeld: „Im Gegensatz zu dem Fiasko der medikamentösen und chirurgischen Therapie haben die Röntgenstrahlen eine früher kaum geahnte Bedeutung in der Behandlung der Leukämien erlangt. Es waren zuerst amerikanische Autoren, welche auf die Idee dieser Therapie gekommen sind, und bald fing man in Deutschland an, die Erfahrungen der amerikanischen Ärzte nachzuprüfen. Jetzt spielt die Röntgentherapie der Leukämien eine dominierende Rolle und ist zurzeit die einzige Methode, mit der wir wirklich offensichtliche, wenn auch keine dauernden Erfolge erzielen; denn die Leukämie zu heilen vermögen auch die Röntgenstrahlen nicht, wie sich leider herausgestellt hat. Die Röntgenstrahlen üben eine zerstörende Wirkung auf die Leukozyten aus, und zwar scheinen es in erster Linie die Lymphozyten zu sein, die vernichtet werden. Die Zerstörung geht sowohl im strömenden Blute wie in den Blutbildungsorganen vor sich.

Man pflegt bei dieser Affektion nur die Milz zu bestrahlen, und da dieses mächtig vergrößerte, in Myeloidgewebe umgewandelte Organ wohl Ursprungsstätte der großen Mehrzahl der im Blute kreisenden Leukozyten ist, so erreicht man durch Milzbestrahlung allein einen Rückgang der Leukozytenzahlen bis auf normale, ja subnormale Werte."

Kehren wir nach dieser Abschweifung zum Ausgangspunkt zurück, so ist zu betonen, daß eine sehr große und wichtige Rolle die farblosen Blutkörperchen bei der Entzündung spielen. Sie verlassen hierbei den geschlossenen Kanal des Kreislaufes und wandern durch die Gefäßwände hindurch in das benachbarte Gewebe aus.

Nach Maximow findet man im lockeren Bindegewebe folgende Zellarten schon normalerweise vor: 1. Fibroblasten, die seit altersher bekannten Bindegewebzellen, durch deren Tätigkeit die Bindegewebfasern entstehen. 2. Plasmatozyten, Zellen, die in ihrem ganzen Habitus schon mehr den farbigen Blutzellen gleichen, aber seßhafte Elemente geworden sind. 3. Wanderzellen, Zellen mit durchaus leukozytenartigem Habitus, die am meisten den großen mononucleären Zellen und Lymphozyten gleichen, und wie ihr Name sagt, die Eigenschaft haben, im Bindegewebe herumzukriechen und unter gewissen Umständen auch phagozytäre Tätigkeit ausüben. 4. Findet man mitunter, aber äußerst spärlich, polymorphkernige, neutrophile, eosinophile und Mastzellen. Bei der Entzündung findet nun, wie Maximow gefunden hat, nicht nur eine Auswanderung der polymorphkernigen Leukozyten statt, sondern auch die Lymphozyten wandern in beträchtlicher Menge durch die Gefäßwände hindurch. Während nun die polymorphkernigen Leukozyten allmählich zugrunde gehen, machen die Lymphozyten, welche Maximow, nachdem sie ausgewandert sind, als Polyblasten bezeichnet hat, wichtige Wandlungen durch. Sie haben die Aufgabe, Zerfallprodukte fortzuschaffen, werden aber später sessil und bilden dann Bestandteile des jungen Narbengewebes und nehmen einen Habitus an, der völlig den der Plasmatozyten gleicht. Insbesondere häufen sie sich in der Umgebung der jungen Gefäße an, wo sie zu Adventitiazellen werden. Manche von ihnen werden direkt zu Fibroblasten.

Es bestehen also, wie Hirschfeld sehr richtig sagt, sehr nahe verwandtschaftliche Beziehungen zwischen den Elementen des Blutes und des Bindegewebes, die aber durch die Entwicklungsgeschichte verständlich sind; Blut wie Bindegewebe entwickeln sich bekanntlich im embryonalen Leben aus den Mesenchym, welches sich einmal zu fixen Bindegewebszellen,



zweitens aber zu einem Stamme wandernder Zellen differenziert, zu dem auch die Leukozyten des Blutes gehören.

Während man früher annahm, daß die Regeneration des Blutes ausschließlich im Knochenmark stattfände, haben neuere Forschungen gezeigt, daß auch die Milz, bisweilen sogar die Lymphdrüsen und die Leber, Organe, die normalerweise nichts mit der Neubildung der roten Blutkörperchen zu tun haben, sich an der Regeneration der Erythrozyten beteiligen können, wenn besonders hohe Anforderungen an die Regeneration des Blutes gestellt werden. Jedenfalls beruht zum Teil die Schwellung der Milz und Leber, wie man sie bei manchen schweren Anämien beobachtet, auf dieser extramedullären Blutbildung. Es wäre daher unzweckmäßig, etwa derartige Organe wegen ihrer Größenzunahme therapeutisch beeinflussen zu wollen; sondern umgekehrt, etwa durch Strahlenreizung noch mehr anzuregen.

Es entwickelt sich bekanntlich eine Anämie eigentlich bei allen Krankheiten, die den Organismus einigermaßen angreifen, insbesondere bei allen Infektionskrankheiten. Es findet also bei denselben ein vermehrter Verbrauch von Erythrozyten statt, den der Körper nicht immer sogleich zu decken vermag. Die schwersten Grade von Anämie findet man bei Karzinomen.

Verweilen wir einen Augenblick bei der Anämie und der Chlorose, die ja sooft auch mit Tuberkulose vergesellschaftet ist:

Um die Zeit der Pubertät haben nach den Beobachtungen selbst ganz gesunde Mädchen hämoglobinärmeres Blut. In dieser Zeit erfolgt Eisenaufspeicherung in Leber und Milz. — Daneben werden krankhafte Erregungen der Vasmotoren reflektorisch vom Genitalapparat ausgelöst. Aber dadurch erfolgt der Übertritt des Blutes mit veränderter Geschwindigkeit und abweichender chemischer Zusammensetzung in die Venen. Die veränderte Geschwindigkeit ruft gesteigerten Zerfall von roten Elementen hervor. Sie bedingt nach Charrin: Autointoxikation von abnormen Vorgängen in Ovarien oder funktionelle Schwäche und Störung der blutbildenden Organe, besonders in der Entwicklungsperiode. Die Anregung zur Blutneubildung geht von den Sexualorganen aus, und zwar nicht reflektorisch, sondern durch Erzeugung chemischer Stoffe, die ins Blut und an die Stelle der Blutbildung gelangen, um die blutbildenden Organe anzuregen. Diese Organe sind zwar nicht ausschließlich auf diese von den Genitalien herkommenden Erregungen angewiesen, aber ihr Ausfall gefährdet doch immer den normalen Fortgang der Blutneubildung bei solchen Jugendlichen, bei denen von Hause aus diese Organe mangelhaft veranlagt oder geschwächt sind und bei denen eine Insuffizienz der Blutneubildung durch spezifische Vorgänge im Genitalapparat entstanden ist. Diese bedingen eine Art Intoxikation, haben ihre Ursache in darniederliegend-innensekretorischen Genitalvorgängen. Die bei Chlorose im Blut sich abspielenden lebhaften Regenerationsprozesse führen zur oft beobachteten Milzschwellung. Stieda fand dieselbe in 73,9 % Fällen von Entwicklungsstörungen. Bei mangelhafter Menstruation werden Gifte im Körper zurückgehalten, die schädlich für Blut und Blutbildung sind. Pathologische Stoffwechselvorgänge in den Genitalien, speziell in den Ovarien, geknüpft an Eireifung oder Abschwächung normaler Stoffwechselvorgänge, sind die Ursache. Es ist einleuchtend, daß die physiologische Grenze nicht überschreitende Anreize in Ovarien und blutbildenden Organen, wie sie nur durch die X-Strahlen hervorgerufen werden können, heilsame Einwirkung haben müssen.

Bei Chlorose besteht in fast allen Fällen nur eine solche Anomalie innerhalb der Keimdrüsen, die zum Ausfall oder zur Abschwächung einer bestimmten Funktion (Innensekretion) führt (Dysfunktion). Diese Anomalie ist bedingt durch mangelhafte Veranlagung, dazu kommt Funktionsschwäche der blutbildenden Organe.

Das Hämoglobin entsteht durch Eisenzufuhr. Die Chlorotische bekommt zwar genug Eisen, aber verarbeitet dasselbe nicht richtig, zur Ergänzung des verbrauchten Hämoglobins — weil die Blutbildung darniederliegt. Diese mangelhafte Funktion und zwar als Herabsetzung des Wachstumenergie in den hämatopoetischen Organen trägt zur Unbenutzbarkeit der mit dem

Blut zwar reichlich zuströmenden eisenhaltigen Nucleoalbuminen bei, ähnlich wie bei Rachitis, die zwar genügend vorhandenen Kalksalze im knochenarmen Knorpel sich nicht richtig niederschlagen. Das Eisen als Medikament bewirkt vielleicht einen Anstoß der krankhaft darniederliegenden Keimvorgänge in blutbildenden Organen, ob es aber einen Reiz auch in den Keimdrüsen auszulösen imstande ist, darf mit Recht angezweifelt werden. Es gibt noch andere Medikamente, die den gleichen Reiz auszuüben imstande sind, so reizt z. B. ähnlich wie Eisen auch das Arsen die Knochenmarkzellen. Einwirkung auf die Keimdrüsen wie auf das Knochenmark und Milz ist aber bislang direkt nur möglich geworden durch Röntgenstrahlenreizdosen, die damit einen indirekten Einfluß auf die Besserung des Allgemeinbefindens und so der Tuberkulose gewinnen (siehe meine Arbeit, Zentralblatt für Gynäkologie, Nr. 26, 1914: „Reizwirkung der X-Strahlen auf Chlorose").

Auf Grund von Tierversuchen und ebenso auf Grund von Beobachtungen nach Milzexstirpation treten regelmäßig im Blut jollykörperhaltige Erythrozyten auf. Als Zwischenstufen zwischen Erythroblasten und Erythrozyten. Daraus schließen Hirschfeld und Weinert, daß die Milz einen Einfluß auf den Entkernungsvorgang der Erythroblasten hat, eine Art regulierenden Einfluß auf die erythroblastische Tätigkeit des Knochenmarks.

Es ist wichtig hierbei zu betonen, daß normalerweise zwar die Milz nur Lymphozyten in den Follikeln und große mononucleäre Zellen in der Pulpa bereitet, daß aber die ihr embryonal innewohnende Fähigkeit, Granulozyten und Erythroblasten zu bilden, verloren gegangen ist.

Diese Fähigkeit kann unter pathologischen Verhältnissen wieder erwachen, und zwar bei allen mit Hyperleukozythose einhergehenden Infektionskrankheiten, ebenso wie bei Anämie. Der Sitz dieser myeloiden Metaplasie ist ausschließlich Pulpa, wie Hirschfeld ausführte.

Sie stellt eine Abwehrvorrichtung dar und tritt in Kraft, um bei besonders starker Anforderung an die Blutbildung sich nach der myeloiden Richtung zu transformieren.

Dr. G. Schröder-Schöneberg hat nun experimentell nachgewiesen, daß der Milz als Schutzorgan gegen tuberkulöse Infektion eine gewisse Bedeutung beizumessen ist. Es gelang ihm, die künstliche Tuberkulose des Meerschweinchens durch Vor- und Nachbehandlung mit den Breien von Milzen gegen den Typus humanus des Tuberbazillus relativ immuner Tiere günstig zu beeinflussen. Nach ihm ist die wirksame Substanz wahrscheinlich ein fettspaltendes Ferment, eine Lipase, die sich nach einer Vakzinierung mit lebendem Virus anscheinend besonders stark in den Milzen der behandelten Tiere anhäuft, und während sich bei den Kontrolltieren schon eine vorgeschrittene Tuberkulose der inneren Organe (Milz, Lungen, Leber) fand, sind diejenigen des behandelten Tieres frei von Tuberkulose, was auch die histologische Untersuchung bestätigte. Die Lungen der behandelten Tiere zeigen das Bild der entzündlichen Hyperämie, das Kontrolltier eine typische Miliartuberkulose.

Es sei ferner auf die bereits am Menschen gemachten therapeuthischen Versuche ausländischer Autoren mit innerlicher Gabe von Milzpulpa und subkutanen Injektionen von Milzextrakt aufmerksam gemacht.

Die Milz spielt auch eine Rolle beim Eisenstoffwechsel, eine Funktion, die gewiß auch für den Tuberkulösen wichtig ist. Mit den übrigen Mineralbestandteilen des Körpers hat sie wohl nichts zu tun. Sie ist aber die Hauptbildungsstätte von Antikörpern bei Infektionskrankheiten, von Lymphozyten und fettspaltenden Fermenten. Diese letzteren Funktionen sind hier allein von Bedeutung.

Der Kampf des Körpers gegen die Infektion, also die Abwehr und der Versuch zur Ausheilung der Infektion, geschieht auf zwei ganz verschiedenen Wegen, wie Wolff-Eisner ausführt. 1. Durch die Bildung der Antixine, welche die Gifte der Bakterien zu neutralisieren vermögen, und 2. durch die Bildung anderer Stoffe, von denen die wichtigsten die Bakteriolysine sind, welche die Lebenstätigkeit der Bakterien und damit ihre weitere Vermehrung aufheben, aber während dieser Aufhebung der Vermehrungsfähigkeit gerade die Leibesgifte der

Bakterien, die Endotoxine in Freiheit setzen. Die Bakterien vermögen infolge ihrer Eigenschaften am häufigsten, in den tierischen Körper unter natürlichen Verhältnissen einzudringen, und es hat sich bestätigt, wie z. B. die neuen Arbeiten von Friedberger beweisen, daß die Erscheinungen der Infektionskrankheiten zum großen Teil als Überempfindlichkeitsphänomene aufzufassen sind. Dementsprechend entsteht auch bei der Tuberkulose unter der Einwirkung der Tuberkelbazillen im infizierten Organismus eine Überempfindlichkeit gegen das Gift der Tuberkelbazillen, und so hat Wolff-Eisner in umfangreichen Arbeiten nachzuweisen versucht, daß 1. die Tuberkuline das einheitliche Gift der Tuberkelbazillen darstellen, und 2. daß die Tuberkulinreaktionen als Überempfindlichkeitsreaktionen gegenüber dem körperfremden Eiweiß der Tuberkelbazillen aufzufassen sind. „Es beruht so in letzter Instanz die physikalische Diagnostik speziell bei der Tuberkulose auf dem eben skizzierten allumfassenden Grundgesetz der Immunität." Der Organismus macht in der gleichen Weise wie bei der Tuberkulinbehandlung spontan schon den Versuch zu einer Heilung durch Bildung lytischer Antikörper, welche die Propagation und die Generalisierung der Tuberkulose verhindern, die ohne diesen Mechanismus sofort eintreten würde.

Die Tuberkuloseheilung ist ein kombinierter Vorgang; sie ist abhängig von mehreren Faktoren, vom Verhalten der Antikörper (Lysine, welche die Aufschließung der Tuberkelbazillen und somit die Tuberkulinreaktion, gleichzeitig aber auch wohl die Vernichtung der Tuberkelbazillen bewirken) und von der Reaktion des Körpers auf die unter der Einwirkung dieser Antikörper freiwerdenden Leibesgifte.

Von sehr großer Bedeutung ist für den Verlauf der Tuberkulose und für eine etwa eintretende Heilung, wie Wolff-Eisner festgestellt hat, auch die Reaktion des Körpers auf die freiwerdenden Gifte. Diese Reaktion kann sehr verschiedener Natur sein und beruht auf einem individuellen, vielleicht konstitutionellen Faktor, dessen Wesen bisher nicht näher festgestellt werden konnte. Die Reaktion des Körpers auf die aus den Tuberkelbazillen freiwerdenden Gifte kann nämlich bindegewebiger oder exsudativer Natur sein, und die Bedeutung dieser verschiedenen Form der Reaktion ist eine sehr verschiedene insofern, als die bindegewebige Reaktion zur Abkapselung des Krankheitsherdes tendiert, während die exsudative leicht zur Propagation und zur Nekrotisierung führt.

Beide Faktoren, welche die Heilung der Tuberkulose beeinflussen, die Antikörperbildung wie die Reaktionsform, können durch physikalische Therapie sehr wesentlich beeinflußt werden; durch Ernährungstherapie, durch klimatische Einwirkungen, durch Hydrotherapie kann ein günstiger Einfluß ausgeübt werden, und zwar insofern, als durch diese Einwirkungen eine Stimulierung der Antikörperbildung und eine Umstimmung des konstitutionellen Faktors bedingt wird. Hiermit ist die Rolle der physikalischen Therapie aber noch nicht abgeschlossen, da die physikalische Therapie durch Fernhaltung von Schädigungen, durch Verringerung der von Erkältungen erfahrungsgemäß ausgehenden Schädigungen von einem Absinken der Antikörper gefolgt ist.

Sehr richtig schreibt Wolff-Eisner, daß physikalische Therapie und spezifische Therapie in keiner Weise Gegensätze darstellen, sondern daß die physikalische Therapie eine wichtige und wertvolle Ergänzung der spezifischen darstellt. Die spezifische Therapie ist im wesentlichen z. B. bei der Tuberkulose als eine aktive Immunisierung aufzufassen und erfordert als solche zelluläre Leistungen vom Organismus, die dieser nur dann zu leisten vermag, wenn er unter günstigen äußeren Verhältnissen lebt, und diese äußeren Verhältnisse vermag zum Teil die physikalische Therapie zu schaffen, weil sie einen Reiz auf die antikörperproduzierenden Zellen ausübt; die Dosierung dieses Reizes ist eine schwierige und von individuellen Faktoren abhängende.

Unter der Einwirkung der körperfremden Eiweißsubstanzen, wie sie beim Tuberkulösen statthat und in der Tuberkulinempfindlichkeit nach außen sich dokumentiert, besteht zugleich eine größere Empfindlichkeit gegen jedes körperfremde Eiweiß. In den vasomotorischen Zentren

findet sich, wie Wolff-Eisner ausführt, der Angriffspunkt für sämtliche Eiweißgifte, und je reizbarer dieses Zentrum ist, desto stärkere Wirkung wird durch die Einverleibung einer körperfremden Eiweißsubstanz ausgelöst. Kommt ein solcher Organismus, den Wolff-Eisner als vasomotorisch bezeichnet, unter die Wirkung eines körperfremden Eiweißstoffes, z. B. ein Tuberkulöser oder eine Gravide, so ist die Reaktionsfähigkeit der Vasomotoren so gesteigert, daß er auf die Einwirkung der zugeführten körperfremden Eiweißsubstanzen stärker reagiert als ein anderer Organismus.

Der im Körper vorhandene Schutz wird dargestellt von den Leukozyten, Phagozyten, bzw. von Teilen oder Zerfallsprodukten derselben, den Komplementen. Die Leukozyten arbeiten meist in der Blutbahn, die Komplemente vor allem in den Lymphbahnen. So läßt sich vielleicht die Biersche Stauung als eine Anreicherung mit Komplementen im gestauten Lymphstrom betrachten.

Nun sind aber Phagozyten oder Komplemente für sich allein nicht imstande, das Bakterium direkt zu fressen oder aufzulösen, es muß vielmehr noch ein Zwischenglied eingeschaltet werden.

Dieser Ambozeptor stellt eine Verbindung zwischen Bakterium und Komplement her, und so kann das Bakterium aufgelöst werden. Die Entstehung der Ambozeptoren geschieht durch Einverleibung erst kleinerer und dann immer größerer Mengen der bestimmten Bakterienart in dem Körper. Die Körperzellen bilden dadurch immer mehr Ambozeptoren und der Überschuß derselben bleibt im Körper vorhanden.

Bei anderen Bakteriengruppen treten die Phagozyten in ihre Rechte. Aber auch hier muß der Ambozeptor mithelfen, er muß die Bakterien genießbar, verdaulich machen (Opsonine).

Es ist verständlich, daß die Autoren, welche in dem Tuberkulin ein spezifisches Heilmittel erblicken, durch Erstreben großer Dosen eine möglichst hohe Anreicherung des Blutes mit Antistoffen gegen das Antigen zu erreichen suchen, in dem festen Glauben, damit dem erkrankten Körper Nutzen zu schaffen. Daß der Gehalt an Antituberkulinen im Blute aber durchaus nicht proportionell dem Grade der Heilung ist, wissen wir leider zu genau. Das Gegenteil ist sogar oft der Fall. — Das besagen auch die schweren Rezidive und Ausbreitungen des Prozesses, denen hochtuberkulinisierte Kranke oft erliegen. Schröder berichtete von 25 solchen Fällen vor zwei Jahren und konnte jetzt wieder einige ähnliche Fälle anführen, die er in den verflossenen zwei Jahren beobachtete.

Der Körper wird weiter schnell wieder giftempfindlich. Es scheint sogar, daß brüsk giftfest Gemachte in einen Zustand hochgradiger, dann direkt schädlicher Giftüberempfindlichkeit umschlagen können (die Mitteilungen Tohmers über Tuberkulose und Tuberkulintherapie im Säuglings- und frühen Kindesalter).

Fälle, die lange Zeit tuberkulinunempfindlich bleiben, wie sie Bandelier und Röpke anführen, ohne daß man ihnen immer wieder große Dosen Tuberkulin einführt, sind jedenfalls selten. Entweder sind sie schon lange Zeit anatomisch geheilt oder sie gehören dann zu den wenigen Fällen, die, obwohl noch nicht ausgeheilt, ohne kachektisch zu sein, kaum oder gar nicht tuberkulinempfindlich sind. Nach neuerer Auffassung sind solche Zustände der Giftunempfindlichkeit immer eine Gefahr für die betreffenden Individuen. Man erblickt darin die Anergischen Perioden von Pirquet, in denen nach diesem Autor die Tuberkelbazillen nach Verschwinden oder Absättigung der Antikörper leichter die reaktiven Zonen der Tuberkel durchwandern können, nicht abgetötet werden und ihre Wirksamkeit an entlegeneren Plätzen entfalten. (Vielleicht eine Erklärung für die oben erwähnten Rezidive.) Alle diese Beobachtungen und Erwägungen haben es nur zur Gewißheit gemacht, daß die künstliche Giftfestigung (Tuberkulinunempfindlichkeit) nicht gleichbedeutend ist mit der Zunahme der natürlichen Widerstandsfähigkeit gegen die Tuberkulose (relative Immunität), die sich in Giftempfindlichkeit äußert. Um diesen Satz noch besser zu fundieren, wurde die Giftempfindlichkeit bei einer Reihe von Kranken, spezifisch mit kleinsten Dosen Antigen Behandelter und nicht spezifisch



Behandelter, mittelst der Kutanimpfung nach v. Pirquet (Austitierung nach Ellermann-Erlandsen) wiederholt in größeren Zwischenräumen geprüft und gefunden, daß häufig der Besserung des klinischen Befundes eine Steigerung der Giftempfindlichkeit der Haut parallel ging. So fand sich hier also Ähnliches, wie Hamburger und Monti bei Kindern, bei denen die Tuberkulose stets unter Zurücklassung einer Überempfindlichkeit ausheilt, gefunden haben. Aus dem Grunde empfiehlt Escherich (Hamburger) bei Kindern auch nur die Anwendung kleinster Dosen Tuberkulin zu therapeutischen Zwecken.

Nach den Untersuchungen Allan K. Krauses scheint weiter experimentell begründet zu sein, daß Giftempfindlichkeit auf Tuberkuloproteïn neben einer relativen Immunität des Tieres gegenüber dem Tuberkelpilz bestehen kann, während dieser Autor allerdings auch fand, daß Sensibilisierung mit Tuberkuloproteïn gesunde Meerschweinchen nicht resistenter gegenüber der Infektion machte. Soviel steht für jetzt aber fest, daß Giftempfindlichkeit gegenüber den Tuberkulinpräparaten durchaus kein Anzeichen mangelnder Resistenz gegen das Virus ist, sondern im Gegenteil mit beträchtlich mehr Recht als ein Zeichen erhöhter Widerstandskraft angesehen werden muß. So sagt auch Sata, daß man dort, wo Überempfindlichkeit sich entwickelt hat, auf Immunität schließen kann.

In den tuberkulösen Herden spielt sich ein Kampf der Erreger mit den Zellen ab, in dem letztere in der Regel besiegt werden. Die anfangs zur Wucherung angeregten Zellelemente, die chemotaktisch angelockten Leukozyten erliegen, zerfallen, verkäsen, es bildet sich der bekannte käsige Detritus im Tuberkel — ferner gehen ganze Generationen von Erregern zugrunde, deren Leichen abgebaut werden. — Es ist daher klar, daß der Organismus mit der Erzeugung von Antikörpern nicht nur gegen die Produkte der lebenden Erreger, sondern auch gegen die abgebauten Reste der Bazillenleiber und Zellen antwortet und all diese ihm schädlichen Elemente zu eliminieren sucht. — Daß dieser Kampf bei der Tuberkulose besonders kompliziert ist, ergibt sich von selbst aus der Natur des Erregers und der Mannigfaltigkeit seiner pathologischen Produkte. Nach unserer jetzigen Erkenntnis spielen sich die Abwehrvorgänge am stärksten im noch gesunderen Randgewebe um die tuberkulösen Herde und in den blutbildenden Organen ab, vor allem in den Lymphdrüsen und in der Milz. Reaktive Entzündung, Neubildung von Lymphozyten sind die charakteristischen Merkmale dieses Streites. Es steht nun fest, daß wir imstande sind, durch Einverleibung kleiner Dosen eines spezifischen Tuberkuloseantigens nicht nur die Entzündung um die tuberkulösen Herde zu steigern und hier eine lokale Hyperämie hervorzurufen, sondern auch eine vermehrte Tätigkeit der lymphatischen Organe anzuregen.

Letzteres nimmt vor allem auch Neumann an. Er bezieht sich auf seine und Bartels Untersuchungen über die Bedeutung der Lymphdrüsen und der Milz im Kampf gegen die Tuberkulose.

Eine deutliche Lymphozytose nach kleinsten Tuberkulingaben fand auch Schulz. — Sahli spricht von „entzündlichen Antikörpern", die lokal im Herde entstehen und durch ihre Beziehungen zum Antigen den reaktiven Reizzustand hervorrufen. Dieser Reizzustand ließe sich dann durch infiziertes Antigen künstlich steigern. — Hierin liegt eine Gefahr des Tuberkulins. Es heißt Maß halten, sonst würden die günstigen proliferativen Prozesse an den fixen Gewebezellen gestört, eventuell ganz aufgehoben. Die Zellen können der Nekrose anheimfallen. Wir sind in diesen Ausführungen v. Baumgarten gefolgt.

Durch zu häufige und zu große Dosen Tuberkulin kann die Nekrose und der Zerfall tuberkulöser Herde in unerwünschter Weise gesteigert und beschleunigt werden. Solange der Herd noch nicht in den Bronchialbaum durchgebrochen ist, können durch Wegschaffung der erweichten Tuberkelmasse lymphogene und hämatogene Metastasen entstehen. Ist er durchgebrochen, droht die Gefahr der Hämoptoe und Aspiration. Daß zu häufige und zu starke Reizungen auch für die lymphatischen Organe nicht gleichgültig sind, ergibt sich wohl von selbst. Wir sehen das ja auch bei anderen Mitteln, die auf diese Organe wirken, z. B. vom

Arsen. — Es muß also unser Streben sein, durch seltenere kleinste Gaben von Tuberkulin nicht nur die immunisatorisch wichtige Überempfindlichkeit zu erhalten, sondern auch entzündliche Hyperämie und Leukozytose in den Grenzen zu halten, daß die bindegewebige Umwandlung der Herde gefördert wird. Und das gleiche gilt von der Anwendung der Strahlen. —

Gehen wir nun einen Schritt weiter und suchen wir nach denjenigen Zellkomplexen, die die Strahlen in sich aufnehmen, so sind, wie Lazarus in seinem Vortrag in der Medizinischen Gesellschaft 1913 klar auseinandersetzte, vorzugsweise die höheratomigen und die mineralischen Gewebebestandteile der Hauptempfänger, Umformer und Träger der strahlenden Energie; sie fangen die Energie der Primärstrahlung auf und geben sie in Form der Sekundärstrahlung weiter. Der Michrochemismus der Zelle wird gestört, es entstehen andere molekuläre Gruppierungen, Dissoziationen, Synthesen, an welche sich abnorme chemische Reaktionen anschließen können, insbesondere Aktivierung intrazellulärer Fermente (Bickel-Neuberg), sekundäre Oxydationen und Reduktionen, die Bildung von Ozon und Wasserstoffsuperoxyd, sowie Ionisationsvorgänge im Zellinnern.

So erklärt sich die Strahlenempfindlichkeit der Zellkerne und daher auch der kernreichen, normalen und pathologischen Gewebe. Bildet doch der Zellkern infolge seines Reichtums an höheratomigen Elementen, insbesondere an Phosphor, das Zentrum der Sekundärstrahlung und somit auch den Hauptangriffspunkt für die Zellschädigung. Das gleiche gilt von der verschiedenen Radiosensibilität der einzelnen Organe zum Teil durch deren Gehalt an höheratomigen Bestandteilen. Mit aus diesem Grunde sind nuklein- und lezithinreiche Organe, z. B. Milz, Lymphdrüsen, Thymus, Geschlechtsdrüsen, alles chemisch stark arbeitende, zum Teil labile Zellen, strahlenempfindlicher als das zellarme und blutarme Bindegewebe. Ein starker Strahlenreiz wird daher erstere bereits zerstören, während er letztere nur erregen wird.

Der Strahleneffekt hängt jedoch nicht nur von der Strahlenabsorption und der Strahlenart, sondern auch von der Zellresistenz selbst ab. Trotz quantitativ ähnlicher Zusammensetzung der Zellsubstanz kann die intramolekulare Bindung der Atome eine festere oder lockere sein, so daß der gleiche Strahlenreiz die erstere unberührt läßt, während er die letztere sprengt.

So erklärt sich die differente Wirkung der Strahlentherapie, welche die kranke Zelle töten, die gesunden Elemente schonen und das Bindegewebe zu reaktiv-entzündlichen Heilvorgängen anregen soll — freilich ist dies nur bei richtiger Dosierung möglich. Eine zu schwache Dosierung wird die pathologischen Gewebe noch mehr zum Wuchern anreizen, ja ein geradezu galoppierendes Wachstum provozieren können.

Eine zu starke Dosierung wird nebst dem pathologischen auch das normale Gewebe zerstören und die reaktiven Heilvorgänge übermäßig steigern oder völlig unterdrücken. Auf diese Gefahren der Überdosierung hinzuweisen ist gerade deshalb wichtig, als dieselbe eine größere Verbreitung jetzt gewonnen hat. Denn die Maximalbestrahlung kann einen allzu rapiden Zerfall des bestrahlten erkrankten Organs, z. B. einer leukämischen Milz oder von Lymphdrüsentumoren herbeiführen. Durch Bestrahlungsserien in längeren Intervallen kann man die Resorption der Tumormassen verlangsamen und dadurch gewissermaßen eine kurative Autovakzination nachmachen. Eine zu rasche Resorption der Zerfallsmassen überladet den Stoffwechsel mit toxischen Eiweißprodukten; es treten Temperatursteigerungen, lebhafte Reaktionen, Kollaps Unruhe, Mattigkeit, Brechreiz, Durchfall, Tenesmus, Leukozytensturz auf; regelmäßige Leukozytenzählungen geben einen annähernden Maßstab, wann man wieder bestrahlen oder pausieren soll. Entspricht doch, wie Lazarus sehr richtig ausführt, die Einschmelzung der Leukozyten nur um 1000 pro Kubikmillimeter, einer Abnahme von etwa fünf Milliarden, also über ein Siebentel der normalen Gesamtmenge, aller farblosen Blutzellen, was man auch an der Abnahme der Lymphdrüsen und der Milz, sowie histologisch an Pigmenttrümmern in inneren Organen, z. B. den Kupferschen Zellen in der Leber, nachweisen kann.

Wie ist die Wirkung der Strahlen auf das Blut, die Milz und den übrigen lymphatischen Apparat zu erklären? Dazu ist nötig, kurz an die Physiologie zu erinnern. Für völlig auf-



geklärt kann zwar überhaupt die Rolle, welche die weißen Blutkörperchen bei Infektionskrankheiten spielen, noch nicht gelten und insbesondere wissen wir noch nichts Sicheres über ihre Beziehungen zur Bildung der zahlreichen Immunkörper, wenn es auch feststeht, daß sie bakterizide Substanzen enthalten und Antikörper bereiten. Lange Zeit hindurch hat man sogar bestritten, daß sie bei der direkten Vernichtung der Mikroorganismen durch Phagozytose eine erhebliche Rolle spielen, während bekanntlich schon vor vielen Jahren Metschnikoff hierin ihre Hauptfunktion gesehen hat. Die interessanten Forschungen des Londoner Bakteriologen Wright haben die alte Metschnikoffsche Lehre aber wieder zu Ehren gebracht. Wright konnte durch eine Reihe sinnreicher Experimente zeigen, daß die neutrophilen Leukozyten nicht nur die Fähigkeit haben, Infektionserreger zu fressen, sondern daß sie auch bei jeder Infektion im Laufe derselben die Fähigkeit erlangen, mit besonderer Leichtigkeit die spezifischen Erreger dieser Infektion zu vernichten. Indessen beruht diese ihre Fähigkeit auf der Anwesenheit bestimmter Stoffe des Blutserums, welche Wright Opsonine nennt und die nicht etwa die Leukozyten zu erhöhter Phagozytose stimulieren, sondern vielmehr die Bakterien in bestimmter Weise präparieren, so daß sie leichter phagozytiert werden können.

Es wäre denkbar, daß die Strahlen unterstützend mitwirken bei der Umstimmung der Bakterien zwecks leichterer Vernichtung. Andererseits liegt der Gedanke nahe, daß die spezifischen Opsonine des Blutserums ähnlich wie durch vorherige Bazillenimmunisierung auch durch Strahlenwirkung vermehrt werden; ebenso wie wir daran denken müssen, daß bei dem Zugrundegehen von Lymphozyten mittels Bestrahlung bakterizide Substanzen frei werden, deren Wirkung ähnlich den Tuberkulinen ist.

Die Veränderungen als Folgen der Bestrahlung, die wir im Tierexperiment an der Milz finden, betreffen in erster Linie und bei nicht letalen Strahlendosen fast ausschließlich das lymphatische Gewebe, d. h. die Milzfollikel. Die Kerne der Lymphozyten zerfallen dort nach der Bestrahlung und verschwinden durch Phagozytose. Dieser Vorgang verläuft in der Hauptsache in den ersten 24 Stunden und ist nach längstens 48 Stunden abgeschlossen. Nach Ablauf dieser Zeit sind die Follikel je nach der Strahlendosis ganz oder teilweise verschwunden, aber der charakteristische Kernzerfall ist dann nicht mehr sichtbar. Am Pulpagewebe gehen in den ersten Tagen überhaupt keine deutlichen Veränderungen vor sich. Bei größeren Tieren sind die Milzveränderungen mit der Zerstörung des lymphatischen Gewebes und der Follikel so ziemlich erschöpft.

Die Zerstörung des lymphatischen Gewebes ist aber nur eine vorübergehende, und das wird, wie Heinecke betont, meistens übersehen. Das zerstörte lymphatische Gewebe regeneriert sich außerordentlich schnell. Schon nach wenigen Tagen sind beim Tiere die Erscheinungen der Regeneration deutlich erkennbar; und nach einigen Wochen, im Mittel etwa nach vier Wochen, ist die Regeneration der Lymphfollikel bereits vollendet. Heinecke macht noch besonders darauf aufmerksam, daß die Regeneration des lymphatischen Gewebes selbst dann stattfindet, wenn die Tiere unter der Wirkung einer tödlichen Strahlendosis stehen, an der sie kurze Zeit später zugrunde gehen.

Am Pulpagewebe speziell sind charakteristische Veränderungen nach Strahlendosen, wie sie hier zur Anwendung kamen, überhaupt kaum zu erwarten, abgesehen von einer stärkeren Pigmentierung. Ob diese — Folge eines toxischen Blutzerfalls ist oder Folge der durch die Röntgenbestrahlung hervorgerufenen Zerstörung von roten Blutkörperchen, das läßt sich natürlich nicht entscheiden. Es sei hier aber an die häufigen gleichmäßigen Befunde in den Ovarien erinnert, als deren Ursache Blutaustritt und Zerfall bezeichnet wird.

Ähnliche Befunde an der Milz fanden sich auch beim Menschen. Desgleichen reagieren Knochenmark und die in ihm entstehenden weißen Blutzellen sicher bei Menschen prinzipiell ganz ebenso auf die Bestrahlung wie beim Tier. Wir sehen das ja aus dem Herabgehen der Leukozytenzahl des zirkulierenden Blutes nach stärkerer Strahleneinwirkung, die beim Menschen schon oft genug festgestellt worden ist.

Alle Mittel, die das Knochenmark reizen und damit die Blutbildung anregen, vermehren nach Lippmann neben der Erythro- und Leukopoëse auch den Bestand an Antikörpern. Thorium X steigert die im Absinken begriffene Agglutininbildung sehr erheblich, ohne die Zufuhr neuer Angriffsstoffe. Thorium X, Salvarsan vermögen in der „Reizdosis" Mäuse von einer vielfach tödlichen Pneumokokkeninfektion zu retten. Aber nicht alle Schutzkörper werden vermehrt; einen Einfluß auf Ambozeptorenprodukte haben die Knochenmarkreize nicht, so daß für diese Antikörper eine anderweitige Entstehung in Frage gezogen werden kann.

Aus diesen Versuchen geht etwas recht Wichtiges hervor: „Neben den spezifischen Schutzstoffen vermag auch die — aktive wie passive — Steigerung der unspezifischen Schutzstoffe Infektionen wirksam zu bekämpfen."

Abderhalden ist in seinen letzten Veröffentlichungen auf Grund experimenteller Forschung der Meinung, daß die Abwehrfermente den Organzellen selbst entstammen. Spezielle Versuche sprechen nun dafür, daß den weißen Zellen, und besonders den polynukleären Leukozyten, eine Rolle bei der Entstehung der Abwehrfermente zukommt. Das Ansteigen der Zahl der weißen Zellen nach Organinjektion bei den Normaltieren, wie das Versagen der mit Thorium injizierten Tieren in der Abwehrfermentbildung läßt mit Sicherheit diesen Schluß zu.

Nach parenteraler Zufuhr von Organeiweiß sind die Leukozyten des Blutes diejenigen Zellen, die auf dieses Ereignis in erster Linie reagieren. Zur schnellen Verdauung der blutfremden Stoffe bedürfen sie spezifisch eingestellter Fermente; ihre Zahl wird daher vermehrt, damit sich viele von ihnen nur der Aufgabe widmen können, sich mit den spezifischen Organfermenten zu beladen und diese in die Blutbahn zu bringen, um dort den Zerlegungsprozeß des fremdartigen Eiweißes vorzunehmen. Man kann sich natürlich auch vorstellen, daß die Leukozyten das parenteral eingeführte Eiweiß in sich aufnehmen und nun, um mit diesem fertig zu werden, spezifischer Fermente bedürfen. Sind keine oder keine entsprechenden Leukozyten vorhanden, dann können die spezifischen Organfermente nicht in das Blut übergehen, wie beim Thoriumtiere. Daher ist die parenterale Einführung des Eiweißes für das Thoriumtier viel bedenklicher als für das Normaltier. Feststeht demnach nun mindestens, daß die Leukozyten bei der Abwehrfermentbildung einen wichtigen Faktor darstellen und daß sie für das Erscheinen der spezifischen Fermente im Blute unbedingt notwendig sind — und er kommt zu dem Schluß: 1. nach intraperitonealer Einverleibung von vorbehandelten Organen traten beim Kaninchen im Blutserum absolut organspezifische und geschlechtsspezifische proteolytische Fermente auf, wobei die gleichen Organe verschiedener Arten (Kaninchen, Stier, Mensch) gleichmäßig abgebaut wurden (Abderhalden, Hirsch, Fuchs).

2. Beim leukozytenarm gemachten Thorium-X-Kaninchen kam es nicht zur Abwehrfermentbildung gegen eingeführtes Organeiweiß.

Die Leukozytose ist der Ausdruck chemotaktischer Funktionen, hervorgerufen im Knochenmark durch Fernwirkung gelöster Substanzen. Lymphozytose ist der Charakter lokaler Reizung bestimmter Drüsengebiete, z. B. bei der Verdauungsleukozytose, bei Darmerkrankungen ist die Lymphozytenvermehrung durch Erregung der lymphatischen Apparate, desgleichen bei Tuberkulinlymphämie als Reaktion erkrankter Lymphdrüsen aufzufassen, und so entsteht die Lymphozytose, wenn in mehr oder minder ausgedehntem Lymphdrüsenbezirk eine erhöhte Lymphzirkulation stattfindet und infolge gesteigerter Durchströmung mehr Elemente mechanisch aus den Lymphdrüsen ausgeschwemmt werden. Die Leukozytose ist eine selbständige chemotaktische Reaktion der polynukleären Elemente, die eine lebhafte amöboide Beweglichkeit besitzen — im Gegensatz zu den unbeweglichen Lymphozyten —, die daher bei entzündlichen Vorgängen nicht die Gefäßwände verlassen können. Es finden sich daher in entzündlichem Gewebe eben gerade nur die polynukleären Elemente.

Die körnchenfreien Elemente stammen aus den Lymphdrüsen, Körnchenzellen (Granula) und Riesenzellen aus dem Knochenmark. Die Leukozyten sind also eine Funktion des Knochenmark, und zwar ist dasselbe als Bildungsstätte und Depot aufzufassen. Hier werden die Zellen

vom Stadium der neutrophilen, granulierten, mononukleären Zellen bis zum Stadium der „granulierten, neutrophilen, polynukleären“ ausgereift und als solche ausgereifte kontraktile Elemente aufbewahrt, als welche sie ins Blut dann übergehen. Dieses fertige Vorhandensein, diese Aufspeicherung ausgereifter Zellen erklärt das schnelle Einsetzen der Leukozyten im Blut, ihr schnelles Auswandern auf jeden Reiz in einer so kurzen Zeit, daß eine Neubildung als Antwort auf den Reiz nicht möglich ist. Das Knochenmark ist also ein Schutzorgan, das auf irgendeinen chemotaktischen Reiz sofort seine Mannschaften zur Bekämpfung abschickt.

Wenn durch Lahmlegung der Knochenmarkfunktion, z. B. durch Tumor oder bei akuter lymphatischer Leukämie, diese Arbeit ausgeschaltet wird, dann findet vikarierend ein Ersatz aus den Lymphdrüsen statt, aber es findet sich im Blute ein auffallend schneller Schwund oder Verringerung der neutrophilen polynukleären Leukozytenelemente, und sie werden ersetzt durch Lymphozytenzellen aus den stellvertretenden Lymphdrüsen.

Betreffend der Granula in den Leukozyten bedeuten diese eine spezielle Zelltätigkeit, sie sind eigentliche Stoffwechsel- oder Sekretionsprodukte der spezifischen Zelltätigkeit, und jede Zelle ist Träger nur einer speziellen Granulation. Gerade solche Zellen mit viel Granula, also viel Reservestoffen, wandern aus und haben einen nutritiven Charakter. Die Lymphozyten, die nicht auswandern können, besitzen keine Granulation. Diese Granula werden als Funktion der polynukleären Leukozyten an die Umgebung abgegeben. Die Leukozyten sind Phagozyten gegen schädliche Mikroorganismen, aber nicht so sehr durch direktes Auffressen als durch Produktion chemischer Stoffe (Alexine) zur Paralysierung bakterizider und toxischer Stoffe. Wenn nun in ganz schweren Infektionsfällen, z. B. Tuberkulose, keine Hyperleukozytose stattfindet und gefunden wird, so ist es ein Zeichen schlechter Prognose, während umgekehrt die Hyperleukozytose ein Zeichen für die Anstrengung des Körpers ist, gegen bakterizide Stoffe anzukämpfen, und einen Ausblick auf günstigen Verlauf gestattet. Das gleiche gilt von der artifiziellen Hyperleukozytose; auch sie begünstigt den guten Ablauf einer Infektionskrankheit, wie wir sie durch Reizdosen hervorrufen können.

Einstündige Bestrahlung der Bauchhaut der Versuchstiere genügt, um die Lymphozytenherde im Innern des Abdomens weitgehend zu zerstören. Ferner ergibt sich, daß die Filterung der Strahlen durch 3 mm Blei ihre Wirkung auf die Lymphozyten relativ wenig abschwächt.

Heinecke fährt fort: „Eine genauere Untersuchung der Knochenmarksreaktion ebenso wie beim lymphatischen Gewebe hat ergeben, daß auch die weißen Markzellen schon auf eine viel geringere Strahlendosis ansprechen, als wir bisher angenommen haben. Dafür spricht ja auch der Umstand, daß schon geringe Strahlendosen Blutveränderungen zur Folge haben (Wöhler), die nicht allein durch eine Strahlenwirkung auf die zirkulierenden Blutzellen erklärt werden können, sondern (wie z. B. die polynukleäre Hyperleukozytose) nur durch Vermittlung einer Knochenmarkswirkung zustande kommen können.

Wir können die Blutzellen bisher durch keine Filtertechnik vor den Strahlen schützen, da sie anscheinend gerade von den härtesten, durch Metallfilter passierenden Strahlen, die wir für die Behandlung brauchen, angegriffen werden. Diese Beobachtungen über Schäden lassen zugleich den Weg der Strahlenbeeinflussung des Blutes erkennen, der therapeutisch nutzbar gemacht werden kann.

Das Ergebnis von Blutuntersuchungen nach Einverleibung strahlender Substanz in normalen Dosen ist also in allen Fällen eine Vermehrung sämtlicher Blutzellen, vor allem der Lymphozyten. Eine konstante Vermehrung erscheint erst nach längerer, bzw. öfter wiederholter Einwirkung einzutreten.

Auffallend und bemerkenswert ist indes, daß die Urinuntersuchung in allen mit Thorium X behandelten Fällen anfangs Spuren von Eiweiß ergab, in einem Fall rasch vorübergehende Hämoglobinurie. Das Eiweiß war, abgesehen von den beiden besonders erwähnten Fällen, in höchstens zwei Wochen nach Aussetzung des Thorium X vollständig aus dem Urin verschwunden. Gleichzeitig trat bei allen eine erhebliche Besserung ein. Die Patienten fühlten sich vollkommen wohl, das meist gesunkene Gewicht hob sich wieder.“

Immerhin ist besonders durch die eingetretene Albuminurie Vorsicht geboten. Diese unangenehmen Nebenerscheinungen lassen sich ganz vermeiden, wenn man mit der Dosierung vorsichtig ist. Daß auch eine direkte Beeinflussung des Krankheitsherdes vorhanden ist, beweist die vermehrte Sekretion aus Wunden und Fisteln und die Temperatursteigerung.

Man kann allerdings weder von Thorium X, noch von den übrigen radioaktiven Substanzen bei diesen chronischen Krankheiten einen sofortigen eklatanten Erfolg erwarten. Sie sind auch nicht imstande, die übrigen therapeutischen Maßnahmen überflüssig zu machen, aber sie können sie doch erfolgreich unterstützen.

So gilt die interne Radiotherapie, besonders Thorium X oder Thoriumemanation als ein wichtiger Heilfaktor mit in der Tuberkulosebekämpfung. Sie verstärkt einerseits die Wirkung der Solbäder und Lichtstrahlen, andererseits macht sie das tuberkulöse Gewebe gegen Röntgenstrahlen empfindlicher, was demgemäß zugunsten der bedeutend ausgiebigeren Beeinflussung der Röntgenstrahlen spricht. Diese Annahme ist insofern berechtigt, als die Radiotherapie, indem sie die lokalen Entzündungserscheinungen verstärkt, vermehrte Leukozytenauswanderung und Hyperämie des Krankheitsherdes hervorruft. Bekanntlich ist aber hyperämisches Gewebe besonders empfindlich gegen X-Strahlen. Außerdem werden durch den erhöhten Zerfall von Leukozyten Enzyme frei, welche die Einschmelzung des krankhaften Gewebes und die Phagozytose der Erreger fördern.

Die Fähigkeit, anregend auf physiologische Vorgänge einzuwirken und damit die Abwehrvorrichtungen des Organismus gegen schleichende Schädigungen zu verstärken, machen die radioaktiven Substanzen geeignet, auch in der Tuberkulosebehandlung eine beachtenswerte Stellung einzunehmen, und zwar als Vorstufe und Vorbereitung für die nachfolgende Röntgenbehandlung, der sie das Feld der günstigen Einwirkung ebnet.

Das, was wir von der Milz soeben konstatiert haben, gilt also unter geänderten Verhältnissen auch für das ganze Lymphdrüsensystem.

Das Lymphdrüsensystem ist mit einem gewissen Grad einer natürlichen Widerstandskraft gegen das Virus begabt. Es hat großen Einfluß auf die Hervorbringung der Immunität. Zum Teil wird er bedingt durch Anregung einer allgemeinen Reaktion der Schutzmittel des Organismus (Phagozytose usw.). Zum Teil durch die besonderen biochemischen Eigenschaften der Drüsen selbst.

Sehr wichtig für die Frage der Bildung von antituberkulösen Schutzstoffen in bestimmten Organen sind die Arbeiten Manfredis und seiner Schüler. Sie gehen aus von dem latenten Mikrobismus im Lymphgangliensystem, der auch in der jüngsten Epoche in der Tuberkuloseforschung wieder eine bedeutsame Rolle spielt und sich vor allem in den Studien über die Infektionswege der Tuberkulose im Organismus widerspiegelt.

Ich erinnere ferner an die Untersuchungen von Sellei über den Einfluß des Jod. Nach Jodgeben vermehrte sich der Lymphozytengehalt. Diesen Lymphozyten legt Sellei dies Vermögen bei, die Fetthülle der Tuberkulosebazillen aufzulösen und so diese zu schädigen.

Eine physiologische Einwirkung läßt sich auch auf die Schilddrüse erzielen.

Wir wissen, daß eine geradezu frappierende Übereinstimmung in den Frühsymptomen besteht, die sowohl die Thyreose als die Tuberkulose aufweisen kann. Hier wie dort finden wir Herzstörungen, vasomotorische Erscheinungen, Neigung zu Schweißen, Fiebererscheinungen, Schwindelanfälle, Zittern, leichtes Ermüden, Schlafstörungen, Magendarmerscheinungen und Abmagerung, um nur die hauptsächlichsten zu nennen. Alle diese Erscheinungen wurden bisher zwanglos einer der beiden Krankheiten untergeordnet, je nachdem man suspekte Erscheinungen auf den Lungen oder eine vergrößerte Schilddrüse fand.

Ein weiterer Hinweis auf den ätiologischen Zusammenhang zwischen beiden Krankheiten liegt darin, daß von verschiedenen Seiten das Entstehen eines ausgesprochenen Basedow im Verlaufe einer Tuberkulose gemeldet wird.



Es kommt hinzu, daß das für Basedow charakteristische Blutbild, das zuerst Kocher beschrieben hat, auch bei der Tuberkulose sich findet. Brandenstein berichtet, daß sie bei Kranken des ersten und zweitens Stadiums 38 mal eine Lymphozytose gefunden hat. In 20 Fällen stieg die Lymphozytenzahl sogar über 40 %.

Der Umstand ist bedeutsam, daß die Basedowsymptome ganz vorwiegend bei den Frühformen auftreten und im späteren Verlauf der Tuberkulose verschwinden können. Im großen und ganzen ist allen Beobachtern aufgefallen, daß gerade die Formen der Lungentuberkulose, bei denen thyreotoxische Symptome vorkommen, nicht zu den bösartigen und progredierten gehören.

Die Frage, warum die Frauen soviel häufiger von der Kombination, Tuberkulose und Thyreose betroffen werden als die Männer, findet ihre Antwort in dem Hinweis auf die mannigfachen Korrelationen, die zwischen Genitale und Schilddrüse bestehen und daß die Schilddrüse beim weiblichen Geschlecht sehr lebhaft durch die Funktionen des Geschlechtsapparates in Mitleidenschaft gezogen wird. Zur Zeit der Pubertät, der Menses und der Schwangerschaft vergrößert sie sich. Auch wird neuerdings die Schwangerschaft mit dem richtigen Funktionieren der Schilddrüse in Zusammenhang gebracht.

Daß, wie wir bereits betonten, die begleitende Thyreose sich ganz vorwiegend in den ersten Stadien der Tuberkulose und bei den prognostisch günstig gelegenen Fällen findet, während sie in den späteren Stadien häufig wieder abklingt und bei den von vornherein offenen und progreß verlaufenen Fällen überhaupt selten in die Erscheinung tritt, kann einmal ihren Grund haben in einer allmählich eintretenden Immunität, während deren die toxischen Symptome wieder verschwinden.

Die viel plausiblere Vorstellung ist aber wohl folgende: Die abgebauten Substanzen der Bazillenleiber, die ja die eigentlichen Träger der Giftwirkung sind, gehen zunächst in die Lymphbahnen über und kommen erst auf Umwege ins Blut und in die Organe. Solange die Lymphbahnen ein nach außen allseitig geschlossenes System bilden, müssen die giftigen Substanzen diesen Kreislauf zwangläufig einschlagen. Sobald aber der tuberkulöse Prozeß in den Bronchialbaum eingebrochen ist, sind auch die Lymphbahnen nach außen geöffnet, und jetzt kann das ganze im tuberkulösen Herde gebildete giftige Material nach außen abfließen. Je weiter der Zerfall geht, um so mehr Lymphbahnen werden geöffnet, daß selbst bei ausgebreiteten Prozessen die Temperaturen normal sein und Intoxikationssymptome fehlen können.

So gibt die geschlossene Tuberkulose den günstigsten Boden für eine Thyreose ab, und diese Anschauung findet ihre Stütze in der Tatsache, daß gerade bei Patienten thyreotische Erscheinungen am hartnäckigsten bestehen bleiben, die gar keine Lungenerscheinungen hatten, sondern bei denen nach dem Röntgenbefund eine reine Bronchialdrüsentuberkulose vorlag. Daß gerade diese Fälle auch das hartnäckigste und am schwersten zu beeinflussende Fieber darbieten können, ist ja eine alte klinische Erfahrung. Andererseits gibt es Fälle von Tuberkulose — besonders gilt das wieder für reine Bronchialdrüsentuberkulose —, bei denen man typische Intoxikationssymptome findet, ohne daß irgendein weiterer Umstand auf die Mitbeteiligung der Schilddrüse hinweist. Denn daß der Tuberkelbazillus an und für sich bei seinem Abbau im Körper giftig wirkt, dafür gibt es genügend klinische und experimentelle Beweise.

Wenn wir uns erinnern, daß es sich also in beiden Fällen, Thyreose und Tuberkulose, um den Abbau von Eiweißkörpern handelt, die in gewissen Stufen giftig wirken, so ist schon ein Verständnis für die übereinstimmende Wirkung gewonnen.

In vielen anderen Fällen aber ruft das Tuberkulosegift bei dazu disponierten Individuen eine Veränderung der Schilddrüse hervor, auf deren Boden die Thyreose erwächst. Die Symptome sind hier als wirklich thyreotoxische aufzufassen.

Mit viel Geschick hat Rüdiger in seiner Arbeit über den „Einfluß der Röntgenstrahlen auf den Eiweißumsatz bei Basedow" nachgewiesen, daß — sowie durch Röntgenstrahlen die Assimilationsgrenze für Zucker erhöht wird — auch eine Herabsetzung der krankhaft gestei-

gerten Gesamtzersetzung in der Stickstoffausscheidung durch Bestrahlung zum Ausdruck kommt. Er schließt sehr richtig, daß diese Herabsetzung der Zersetzung stickstoffhaltigen Materials — da dieses dem Organismus zugute kommt — gerade so eiweißsparend wirkt, wie es von der direkten Zufuhr von stickstoffreien Materials bekannt ist. Es sinkt jedesmal in direktem Anschluß an die Röntgensitzung die Stickstoffausscheidung, es entsteht die Retention, so wie ein unverkennbarer Einfluß der Röntgenstrahlen sich nach Abschluß der Behandlung im Sinne eines wirklichen Ansatzes von Körpersubstanz äußerte —, ein Zustand, der ganz auffallend übereinstimmt mit den Ergebnissen der Schilddrüsenentfernung bei Basedow. Es wurde hier wie dort eine übermäßige oder veränderte Funktion des Organs eingedämmt, und es wurden damit jene Schädlichkeiten ausgeschaltet, die beim M. Basedowii zum Eiweißzerfall führen.

Ein nach dieser Richtung hin besonders instruktiver Fall in meiner Behandlung: Patientin B. ist 34 Jahre alt, hatte immer regelmäßige Periode, sehr stark, keine Halsschwellung. Durch Aufregung, so gibt sie an, im August 1912 beobachtete sie langsames Anschwellen des Halses, das sich bis Oktober so steigerte, daß sie die Blusenkragen nicht mehr schließen konnte und sie Halsdruckbeschwerden empfand. Die Periode wurde in dieser Zeit immer schwächer und seltener, alle fünf Wochen. Allmählich traten auch Beschwerden seitens des Herzens auf, ferner Glotzaugen: kurz, alle Symptome eines ausgesprochenen Basedow. Im Januar 1913 war der Basedow als solcher sicher diagnostiziert. Zu dieser Zeit blieb die Periode ganz fort. Patientin blieb bis März im Krankenhaus: innere Station. Dann lag sie zu Haus. Die Gewichtsabnahme in dieser Zeit war ganz beträchtlich. Sie verlor die Hälfte ihres bisherigen Gewichts und wog nur noch 70 Pfund. Am 30. August wurde operative Entfernung der Struma vorgenommen. Die Periode stellte sich $1^1/_2$ Monat nach der Operation wieder langsam ein, sie war im ganzen acht Monat vollkommen fortgewesen. Von November an war sie wieder ganz regelmäßig, alle drei Wochen, mäßig stark. Patientin erholte sich zwar, aber neben Glotzaugen waren doch auch die Herzbeschwerden und Unruhe, die Herz- und Pulsbeschleunigung nicht ganz gewichen. Infolge der großen Schwäche war keine totale Entfernung der Knoten möglich gewesen, nur die Hauptschwellung war entfernt worden.

Seit Februar 1914 mehrten sich die Beschwerden wieder, die Halsschwellung nahm bedeutend zu (43 Umfang); als ich die Patientin sah, hatte sie die deutlichen Zeichen des Basedow. Seit Ende Februar ist die Periode wieder fortgeblieben, nachdem sie also vier Monate ganz regelmäßig sich wiederholt hatte. Nach sofort vorgenommener Halsbestrahlung stellte sich im April parallel dem Zurückgehen der Halsschwellung von 43 auf 39 cm und der übrigen Herzbeschwerden zuerst schwach, im Mai wieder verstärkt, die Periode ein. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß hier Röntgeneinfluß stattgefunden hat, und zwar im doppelten Sinne: als Herabminderung der Schilddrüsenschwellung und als Anregung der darniederliegenden Periode. Wir haben es also hier mit der Ausnutzung der verschiedenen Strahlenwirkungsarten zu tun: der vernichtenden und der zurzeit noch wenig ausgenutzten Reizwirkung.

Ähnlich konnte Frankl an 40 Fällen konstatieren, daß bei Basedow die anfänglich normale Periode immer weniger wurde und schließlich ganz ausblieb. Diese Fälle sind die besonders schweren, so daß die Unterfunktion der Ovarien prädisponierend für das Einsetzen eines Basedow aufzufassen ist. Es kann z. B. die physiologische Klimax als prädisponierend für die Entstehung des Basedow gelten. Daraus ist mit Notwendigkeit der Schluß zu ziehen, daß bei Basedow es auf eine Hebung der Ovarialfunktionen ankommt. Sie ist mit Leichtigkeit durch Röntgenstrahlen herbeizuführen, aber natürlich in Form der fraktionierten Reizdose. Auf diesen Punkt ist wohl sehr acht zu geben, wenn sich Myome mit Basedow kombiniert haben und man, ohne an obigen Zusammenhang zu denken, mit Intensivbestrahlung anfängt. Ich habe daher aus guten Gründen immer angegeben, daß man bei Basedow erst mit Schilddrüsenbestrahlung beginnen muß, denn es bekommen von da aus die Ovarien indirekt eine Reizdose. Über die Bedeutung dieser Reizdosen ist bisher wenig bekannt geworden, und so ist es zu erklären, daß E. v. Graff, Wien, über: „Die Basedowsche Krankheit



als Kontraindikation gegen gynäkologische Röntgentherapie“ schreiben konnte: „Da eine Hyperfunktion der Keimdrüsen den Ausbruch eines Basedow begünstigt, so ist jede Schädigung derselben bei schon an Basedow erkrankten Frauen zu vermeiden. Die angeblichen Erfolge Mannabergs durch Röntgenbestrahlung der Ovarien seien Trugschlüsse, da die von ihm angewandte geringe Dosierung die Funktion der Ovarien wenig stört, infolgedessen keinen Einfluß auf den Verlauf des Basedow haben könne, während große Dosen, die die Funktion der Ovarien zeitweise oder ganz ausschalten, bei disponierten Individuen zum Ausbruche des Basedow geführt haben, bei bestehendem Basedow also nur ungünstig wirken können.“ Er vergaß eben die so günstige Reizwirkung.

Was die Rolle des Blutbildes anlangt, so dürfte der aufgedeckte Zusammenhang beider Erkrankungen ein bedeutsames Licht auch auf die bisher bei der Tuberkulose erhobenen Blutbefunde werfen.

Brandenstein wirft sogar die Frage auf, ob das Blutbild, das man bisher als charakteristisch für Basedow ansieht, das sich aber bei den meisten Tuberkulösen des ersten und zweiten Stadiums gefunden hat, vielleicht nur der Ausdruck dafür ist, daß der Körper noch mit der tuberkulösen Infektion im Kampfe liegt. Bei den Relationen zwischen Tuberkulose und Thyreose ist endlich die Frage nach der Ursache des Fiebers wichtig, und hier stimmen alle Autoren dahin überein, daß es ein reines Basedowfieber nicht gibt, daß also „Basedow“ mit Fieber einen Hinweis auf tuberkulöse Erkrankung bedeutet. Diese ganze Überlegung ist nun auch für die Therapie wichtig, denn die Bekämpfung der Tuberkulose hat mit der der Thyreose Hand in Hand zu gehen, und auch hier sind es einzig die X-Strahlen, mit denen wir einen direkten Einfluß auf die Schilddrüse wie auf die Bronchialdrüsen herbeizuführen imstande sind.

Diese ausführliche Besprechung der Vorgänge bei der Tuberkulosebekämpfung war nötig, um die Bedingungen zu erörtern, unter denen die X-Strahlen als vollwertiger, ja konkurrenzfähiger Heilfaktor gegenüber den bisher üblichen Maßnahmen gelten kann, wie hinsichtlich der Frage, ob die X-Strahlen den Aufgaben, die hier zu erfüllen sind, gewachsen sind.

Ein großer Teil von gleichen, sich bei der Bestrahlung abspielenden Vorgänge wurde an der Hand der Iselinschen Arbeiten schon besprochen. Das dort Gesagte ist noch in einigen Punkten zu ergänzen.

Um es gleich vorweg zu nehmen: Dieselben Gefahren, all die Nachteile, die bei der Überspannung der Tuberkulindosen geschildert wurden, gelten auch mutatis mutandis bei den X-Strahlendosen auf Milz und Lymphdrüsen. Ein Zuviel kann hier wie dort nur schädigend wirken, und zwar aus denselben Gründen. Und es kann daher nicht einfach gesagt werden, man ‚muß sehr viel harte Strahlen zum Erfolg anwenden‘. Zu schnell hintereinarder gegebene Dosen produzieren zuviel Zerfallsstoffe, wodurch in der Zeiteinheit deren Wegschaffen erschwert ist. —

So wird erst der oben ausdrücklich gemachte Hinweis recht erklärlich, daß der Erfolg einzig und allein von einem wohlüberlegten und dem einzelnen Fall wie dem gewollten Effekt genau angepaßten Heilplan abhängt.

Noch eine zweite Beobachtung Iselins führt neben der bereits besprochenen Gewichtszunahme zu dem zwingenden Schluß, daß ein Tuberkulinherd durch Bestrahlung gebildet wird. Für den Abbau nicht verkäster Drüsen genügen die Kräfte Autolyse und Hyperämie, aber nicht für die Resorption von käsigen Drüsen. Diese erstaunliche Leistung, die toten käsigen Massen aufzusaugen, ein Vorgang, der allerdings nach Blos und Virchow schon als natürliche Heilvorrichtung angesehen worden ist, hat Iselin mit Sicherheit, die er durch Autopsie in vivo gewinnen konnte, mehrmals beobachtet. Von anderen Autoren wird die Resorption der käsigen Drüsen bezweifelt. In einer Arbeit über die konservative Behandlung der Drüsentuberkulose hat Iselin zur Erklärung dieser Leistung Tuberkulinbildung im Herd zu Hilfe genommen.

Das Zurückbilden der käsigen Drüse ist nicht leicht zu erklären, es kann sich bei diesem Vorgang nicht nur um Nekrobiose handeln, wie Wetter und andere meinen, da die Käsemassen bereits aus toten Zellen bestehen und diese toten Massen trotz Nekrobiose ohne Bestrahlung jahrelang liegen bleiben. Auch die anderen Vorgänge, Autolyse und Vernarbung, genügen nicht. Vielleicht bewirkt die Schädigung der wuchernden Elemente, die mit der Abkapselung des Käseherdes oder der ganz verkästen Drüsen beschäftigt sind, einen kräftigeren Fremdkörperreiz, der wiederum kräftiger beantwortet wird, mit stärkerer Neubildung, mit starker Wucherung und Einwanderung von Leukozyten. Der Zerfall dieser Zellen durch neue Bestrahlung kann durch Freimachen von Enzymen die toten Massen lösen helfen. Ferner wäre auch denkbar, daß zuerst Drüsengewebe mit jungen Tuberkeln durch die Strahlen zerstört werden und daß freiwerdende Endotoxine, tuberkulinartige Stoffe eine Herdreaktion hervorrufen, welche nach Belichtung den Abtransport und die Resorption der bereits toten käsigen Massen besorgt. Dies sind allerdings nur Vermutungen, notdürftige Erklärungen der Beobachtungen.

Tuberkulininjektion 1 : 10000 beschleunigt, wie Iselin wiederholt beobachtet hat, den Abbau von tuberkulösen Drüsen wahrscheinlich durch die energische Herdreaktion und die vermehrte Fermentbildung beim Untergang von eingewanderten Zellen. Aber auch ohne diese Unterstützung hat er den gleichen Prozeß sich abspielen sehen, der so den obigen Schluß rechtfertigt, daß durch die Strahlung die Reaktionsfähigkeit für Tuberkulin gesteigert worden ist und daß ihre Änderung auch einer Änderung der Schutzvorrichtungen entsprechen dürfte.

Die Unschädlichkeit der Resorption des tuberkulösen Krankheitsherdes in so beschleunigtem Tempo, wie wir es unter der Röntgenbehandlung sehen, ließ sich auch weiter dadurch beweisen, daß entgegen des sonstigen gewohnten Verlustes gerade während dieser Zeit keine Gewichtsabnahme, wie man eigentlich schließen müßte, sondern mit absoluter Regelmäßigkeit ein Anstieg des Körpergewichts beobachtet wird. Diese Gewichtszunahme beweist — wie wir aber bereits sagten —, daß die vermehrte Aufsaugung aus dem bestrahlten tuberkulösen Herd und selbst die Resorption eines ganzen Herdes dem Körper nicht nur nicht schadet, sondern ihm nützlich ist, ferner daß die Herdbestrahlung bei Tuberkulose durch Entgiftung einen günstigen Einfluß auf das Allgemeinbefinden und vielleicht auch auf den Kräftehaushalt des Körpers hat.

Die Übereinstimmung dieser Wahrnehmung der Gewichtszunahme durch bloße Bestrahlung mit der gleichen Gewichtszunahme bei Tuberkulineinspritzung, wie sie von Saathoff beobachtet und beschrieben worden ist, spricht dafür, daß beiden gleichartigen Erscheinungen eine gleiche Ursache zugrunde liegt und kann als letztes Glied der Beweiskette gelten, daß auch durch die Bestrahlung allein das Tuberkulin im Körper frei wird. Daß aber in der Bewertung dieser beiden Methoden der Röntgenbestrahlung eine bedeutendere Rolle zusteht, läßt sich einmal daraus schließen, daß Saathoff nur in ausgewählten gutartigen Fällen diese Gewichtszunahme bei seinen Einspritzungen beobachtet hat, während bei Iselin es in allen Fällen eintraf und daß weiter nicht wie bei Saathoff nur in der Anfangsreaktion diese Gewichtszunahme auftrat, sondern daß auf jede weitere Bestrahlung der Körper mit neuer Gewichtsreaktion antwortete. Die hier feststehenden Prozentsätze von 76 % aller bestrahlten Drüsentuberkulosen und 60 % der Knochen- und Gelenktuberkulosen mit Gewichtszunahme spricht eine deutliche Sprache.

Patersons Verfahren, sterile menschliche käsige Drüsenmassen tuberkulösen Menschen einzuspritzen, um diese Patienten durch Impfung mit Heilstoff zu heilen, schafft, wie es scheint, ähnliche Bedingungen wie die Resorption käsiger oder teilweiser verkäster Drüsen unter Röntgenlichteinwirkung.

Wenn eine zum Teil verkäste oder vereiterte Drüse unter Röntgenbelichtung verschwindet, werden im Körper nicht nur die bakterienfeindlichen Stoffe frei, sondern unter dem Einfluß der zerfallenen Zellen, vielleicht durch die Fermente werden die Tuberkelbazillen abgeschwächt, verdaulich gemacht und schließlich wirklich abgetötet. Beim Zugrundegehen der Bazillenleiber

müssen Endotoxine, Tuberkuline frei werden, und diese können, wie schon oben ausgeführt, wieder auf den Körper zurückwirken. Durch die Reaktion im tuberkulösen Herd, die die Röntgenstrahlen hervorrufen, durch den Zerfall der Abszeßwand nach einigen Bestrahlungen gelangen diese immunisierenden Stoffe direkt in den Körper, ohne den Umweg der Einspritzung machen zu müssen. Diese Drüsenbehandlung könnte also vielleicht dem Körper die von ihm selbst bereitete immunisierende Vakzine zugute kommen lassen.

Culloch hat nach Bestrahlung einer Drüsenkranken den opsonischen Index beobachtet, kurz nach der Bestrahlung steigen und während nach fast zwei Monaten nach weiteren Bestrahlungen die normale Höhe beibehalten sehen.

Da in dem tuberkulösen Herde lebende Tuberkelbazillen sich finden, machen wir, so schreibt Iselin, nicht nur eine Vakzination im Sinne Patersons, sondern eine richtige Impfung, dadurch, daß wir im Körper bereits vorhandene menschliche tuberkulöse Entzündung abortiv und unschädlich verlaufen machen. Ob neben der Heilung, die man sich bei der Röntgenbehandlung keineswegs märchenhaft schnell, sondern nur rascher als den natürlichen Heilungsvorgang denken darf, wie Iselin sehr richtig hervorhebt, auch noch eine Immunisierung sich ausbildet, kann erst eine jahrelange Behandlung der bestrahlten Patienten zeigen, ist aber recht einleuchtend.

Daß das Körpergewicht nach der Bestrahlung des tuberkulösen Herdes vermehrt wird, kann man sich aber auch einfacher dadurch erklären, daß die Strahlen die Ausscheidung der Toxine vermindern, indem sie die Tuberkelbazillen mittelbar beim Zellverfall schädigen und schwächen, vielleicht sogar auch abtöten.

Endlich ist noch die Frage zu erwägen, ob nicht die Toxine selbst im tuberkulösen Herd durch Lockerung und Änderung ihres chemischen Verbandes unschädlich gemacht werden könnten. Einen solchen Abbau durch Röntgenstrahlen hat Block für Nukleïne bereits nachgewiesen.

Die Vermutung Saathoffs, daß die Gewichtseinbuße bei Tuberkulösen neben dem ungünstigen Stoffwechsel in der Hauptsache durch Wasserverlust bedingt wird, und die er auf die Nachtschweiße, auf die Trockenheit der Gewebe, den hohen Blutkörperchengehalt des Blutes infolge Eindickung bei Tuberkulösen zurückführt, bringt es nahe, darin eine Wasserverweigerung des tuberkulösen Körpers zu sehen, der ebenso wie die außergewöhnliche Veranlagung der Zirkulation in der Nähe des tuberkulösen Herdes den gleichen Zweck hat, die Aufnahmen schädlicher Stoffe möglichst einzuschränken, wie Iselin ausführt. Wenn wir jetzt das Gift im Körper entfernen, entfernen wir gleichzeitig die Ursache der lokalen Zirkulationsstörung und den Grund der Herabsetzung des Wassergehaltes des Körpers. Parallel mit der Gewichtszunahme, also der vermehrten Wasseraufnahme, verläuft am Orte der Erkrankung eine Volumenverminderung, die nicht auf Schädigung und Schwund des tuberkulösen Granulationsgewebes allein zurückzuführen ist, sondern die Folge einer gesteigerten Blutzirkulation sein muß, die wiederum vermutlich ihre Ursache in der Verminderung der Gifte im tuberkulösen Herd hat.

Aus der weiteren fortlaufenden ständigen Gewichtszunahme, wie aus dem immer weiter fortgehenden Heilungsprozeß unter der Bestrahlung ist man berechtigt, nicht nur ein Symptom einer vorübergehenden Wirkung, sondern den Ausdruck der Heilkraft der Röntgenstrahlen zu erblicken.

Setzt die Belichtung jeweils nur vorübergehend den Giftgehalt des Herdes etwas herab, so öffnet der Körper seine Barriere, die ihn vor Giftüberschwemmung schützt, d. h. der Säftekreislauf stellt sich mit seiner aufsaugenden Funktion wieder her. Schafft der Herd wieder neue Gifte, so werden von selbst die Schutzeinrichtungen gegen die Giftzufuhr arbeiten, nur dürfen sie nicht etwa durch die Bestrahlung Schaden gelitten haben.

Zwei wichtige Punkte muß man hier strikte trennen: dem tuberkulösen Gewebe fehlt zwar die Fähigkeit erhöhter Absorptionsfähigkeit, aber es besitzt die Eigenschaft gesteigerter Radiosensibilität. Als Folge davon ist der Zerfall der Lymphozyten nach verhältnismäßig geringen Röntgendosen aufzufassen.

Aus gleichem Grunde erfolgt rasch unter Einfluß der Bestrahlung die Zertrümmerung und Vernichtung des aus epitheloiden Bindegewebszellen und Lymphozyten bestehenden Tuberkels. Das tuberkulöse Granulationsgewebe, dessen Radiosensibilität der des wachsenden jugendlichen Bindegewebes vergleichbar ist, wird unter der Bestrahlung in narbiges Bindegewebe umgewandelt. Freund spricht vom massenhaften Auftreten von Fibroblasten, die von allen Seiten in das Knötchen hineinwachsen und dasselbe zum Schrumpfen bringen. Das stellt die lokale Einwirkung dar. Sie wirkt durch die hier angewandten mittelstarken bis kräftigen Dosen vernichtend auf das tuberkulöse Gewebe, auf die nicht radiosensible Nachbarschaft anregend zur Bindegewebsbildung.

Auf der anderen Seite muß die „allgemeine Strahlenbeeinflussung" ihr Augenmerk auf die Erzielung einer Lympho- und Leukozytose richten. Denn gerade diesen Zellen muß eine wichtige Bedeutung in der Tuberkulosebekämpfung zugeschrieben werden. Hierzu ist eine Anwendung nur von Reizdosen auf Milz, lymphatische Apparate usw. am Platz.

Wie verläuft nun die immunisierende Wirkung der X-Strahlen?

Die Antwort auf diese Frage finden wir bei Wilms, Iselin, Heinecke, Kienböck usw., wie wir bereits oben zitierten.

Vor allem aber in der schon oft genannten Abhandlung von Strauß.

„Die Beobachtungen, welche man bei der Behandlung der Blutkrankheiten und ganz im speziellen bei der perniziösen Anämie mit den sogenannten Reizdosen gemacht hat, geben uns Veranlassung, wie Strauß ausführt, diese Erfahrungen auf die Tuberkulosetherapie zu übertragen, und es lag die Frage nahe: Ist die Wirkung der sogenannten Reizdosen' lediglich im Sinne einer vermehrten Anregung von Bindegewebe zu erklären oder spielen dabei die hämatopoëtischen Organe durch Anbildung lymphozytärer Elemente eine unterstützende Wirkung? Es gewinnen, unter diesem Gesichtspunkte betrachtet, einige neuere, lediglich der Betrachtung des Blutbildes gewidmete Publikationen für die vorliegende Frage an Bedeutung.

Wir wissen, daß die Lymphozyten eine Sonderstellung im Kampfe gegen den tuberkulösen Virus einnehmen. Nicht nur, daß es zu einer Hyperplasie der lymphatischen Organe kommt, daß weiterhin die Lymphozyten den Tuberkel gegen das gesunde Gewebe hin abgrenzen, nein, es nehmen nach den Arbeiten von Bergel die Lymphozyten überhaupt den Kampf gegen den Tuberkelbazillus als solchen auf. In den Lymphozyten ist ein fettzerspaltendes Ferment vorhanden und dieses Ferment ist befähigt, die aus fettartigen Substanzen bestehende Hülle der Tuberkelbazillen aufzulösen. Daher zeigt auch der Körper im Beginne seines Kampfes mit einer beginnenden Tuberkulose eine Lymphozytose. Die fetthaltigen Tuberkelbazillen reagieren eben chemotaktisch auf Zellen mit lipolytischem Ferment und das sind eben die Lymphozyten. Es ist daher seitens einiger Autoren den Lymphozyten eine außerordentliche Bedeutung für die Prognose der Lungentuberkulose zugesprochen worden. So hat Weiß die Beobachtung gemacht, daß alle Tuberkulosen, die mit einer Steigerung der Lymphozyten von 25 bis 40% einhergehen, einen relativ günstigen Verlauf nehmen, daß hingegen niedere Lymphozytenwerte (bis 16%) von prognostisch übler Bedeutung sind. Mit den Weißschen Ausführungen stimmen ältere Beobachtungen von Steffen, aber auch neuere Arbeiten, so die sich auf ein Beweismaterial von 348 Kranken stützenden Blutuntersuchungen Schwermanns überein.

Es ist daher die Aufgabe der Strahlentherapie bei der Lungentuberkulose darin zu sehen, daß wir bestrebt sein müssen, die Lymphozytenzahl zu steigern. Jede Bestrahlung muß an der Hand einer genauen Kontrolle des Blutbildes ausgeführt werden. Als Bestrahlungsdosen sind kleine Dosen zu verwenden, eventuell unter gleichzeitiger Verwendung von Thorium X per os im Sinne der Vorschriften von Bickel, Benzour, Pardo-Tagle und Arneth. Auch Fränkels Erfolge bei der Bestrahlung der Milz und des lymphatischen Apparates ist auf diese Weise zu erklären. Die kleine Dosis erweist sich durch ihre Einwirkung auf die Lymphozyten eben als die „Reizdosis".

Sehr richtig schreibt Strauß: Es besteht so mit der Empfehlung der kleinen Dosis ein



gewisser Gegensatz zu Küpferle, der die großen Dosen harter Strahlen auf Grund seiner Untersuchungen befürwortet. Eine Verwendung jener großen Strahlenmassen, wie wir sie bei der Bestrahlung des Karzinoms verabreichen, ist schädlich, was auch Iselin betont, wenn er sagt: „Das Optimum für die Röntgenstrahlen als Mittel, das die natürliche Heilung unterstützt, ist sicher ein niedriger Wert“, desgleichen Broca und Mahler, die im Übersteigen der nützlichen Dosis das Haupthindernis der Röntgentherapie der Tuberkulose erblicken, und schließlich noch Paterson, der eine Sabourauddosis gefilterter Strahlen als Einzeldosis verabreicht und ein strenges Individualisieren fordert.

Die lokalen Tuberkulosen, die Kraus als eine besonders verlaufende, gewissermaßen abortive Form der Tuberkulose bezeichnet und die bei Individuen mit einer bestimmten korrelativen Wachstumsanomalie der extrauterinen Entwicklung auftreten, sind auch in ihrem therapeutischen Verhalten wesensverschieden von der allgemeinen, von der Spitze nach der Basis fortschreitenden ulzerösen Lungenphthise. Diese Individuen, die wir also im allgemeinen als lymphatische bezeichnen und die klinisch mehr die Form der Hilustuberkulose aufweisen, sind für eine Strahlentherapie die bevorzugt geeigneten. Da diese Tuberkulosen schon an sich prognostisch günstiger liegen als die gewöhnlichen ulzerösen Lungenphthisen und wir in dem vorhandenen Lymphatismus nur den Ausdruck einer nicht sieghaft vom Körper überwundenen tuberkulösen Infektion erblicken, so ist es begreiflich, daß man in diesen Fällen durch Unterstützung der Schutzkräfte des Körpers im Kampfe gegen die vorhandene Infektion mit der Strahlentherapie etwas erreichen kann. Die lokalisierte Tuberkulose ist für die Strahlentherapie also ein besonderes geeignetes Objekt.

Es sei noch einmal hervorgehoben: Das Optimum für die Röntgenstrahlen als Mittel, das die natürliche Heilung unterstützt, ist sicher ein niedrigerer Wert. Danach ist die Wahl der Dosen um so wichtiger, als wir Gefäßschäden dringlichst vermeiden müssen. Sonst entblößen wir den Körper seiner besten Schutzmittel. Die Unterbrechung der Zirkulation durch Gefäßschädigung vereitelt die physiologische Heilung durch Resorption, die einzig imstande wäre, eine gute Funktion der befallenen Gelenke oder der erkrankten Lungen wiederherzustellen.

Der Röntgenbehandlung der chirurgischen Tuberkulose stehen demnach also zwei Wege offen: Bei leichteren Formen wird sie versuchen, durch wiederholte schwache Belichtung den Herd zu entgiften und der Resorption zugänglich zu machen. Das Optimum für die Röntgenstrahlen als Mittel, das die natürliche Heilung unterstützt, ist sicher auch hier ein niedrigeres.

Bei schweren Erkrankungen wird, wenn das physiologische Verfahren nicht genügt, eine stärkere Bestrahlung einsetzen müssen; diese bezweckt nicht nur, das tuberkulöse Gewebe zum Zerfall zu bringen, sondern sie ist bestrebt, mit energischer Tiefenbestrahlung durch Gefäßschädigung im tuberkulösen Herd und seiner Umgebung, die Schrumpfung des Granulationsgewebes und Narbenbildung zur Folge hat, die Abkapselung und Ausschaltung des tuberkulösen Herdes aus dem Körper zu fördern.

Bei der „Lungentuberkulose-Bestrahlung“ wird, wie oben an anderer Stelle bereits ausgeführt, gleichfalls eine Kombination beider Bestrahlungsformen zweckentsprechend sein.

Nicht zu unterschätzen ist natürlich auch hier die Allgemeinwirkung der Röntgenstrahlen auf den Körper. Bei der Bestrahlung eines tuberkulösen Herdes wird durch den Zerfall der Tuberkelbazillen Tuberkulin frei, das seinerseits eine günstige Wirkung auf den Prozeß ausübt und zur Entgiftung des tuberkulösen Organismus beiträgt.

Von großer Bedeutung erscheint hierfür der Nachweis Iselins, der bei 80% aller wegen Drüsentuberkulose bestrahlter Patienten eine Gewichtszunahme konstatieren konnte. Auch bei den Patienten mit Knochen- und Gelenktuberkulose zeigten 72% eine nicht unbeträchtliche Gewichtszunahme. Iselin erklärt diesen Befund damit, daß er annimmt, im tuberkulösen Herd würde durch die Röntgenbestrahlung Tuberkulin frei, eine Annahme, die gestützt wird durch Beobachtungen folgender Art.

Bei lokaler Herdbestrahlung ist die Beobachtung mehrfach gemacht worden (Iselin, Saathoff), daß entfernte tuberkulöse Herde auffiackern. Einen zweiten wirksamen Faktor sieht Iselin in einer Entgiftung des Herdes selbst durch die Wirkung der Röntgenstrahlung, in dem die Toxine durch Lockerung und Änderung ihres chemischen Verbandes unschädlich gemacht werden, indem durch die Bestrahlung eine Zuführung bakterienfeindlicher Stoffe erfolgt, die Virulenz der Tuberkelbazillen abgeschwächt wird und diese in einzelnen Fällen abgetötet werden. Iselin betrachtet die Röntgentherapie direkt als eine Autotuberkulinisierung. Eine Erhöhung und Steigerung der Opsoninwerte nimmt Culloch an, indem er nach Strahleneinwirkung eine ähnliche Autovakzination unter Beobachtung leichtester Fiebererscheinungen beobachtete, wie er sie bei der Behandlung tuberkulöser Affektionen mit sterilem, käsigem Material tuberkulöser Lymphdrüsen sah. Über eine Bildung von Opsoninen durch die Bestrahlungen berichtet Hall-Edwards. Nach ihm werden hierdurch die Mikroorganismen geschädigt und eine leichtere Beute für die Phagozyten. Als einen wichtigen Beweis führt er an, daß bei einem Fall, bei dem er lange Zeit erfolglos die Röntgentherapie angewendet hatte, nach vorsichtigem Gebrauch von Tuberkulin, durch das, wie bekannt, eine Opsoninbildung angeregt wird, erfolgreiche Bestrahlungen erzielt wurden. Nach Iselin wird das entgiftete Gewebe der Resorption besser zugänglich gemacht, während auf der anderen Seite durch die Bestrahlung das tuberkulöse Gewebe zum Zerfall kommt, Gefäßschädigungen in dem betreffenden Herde und seiner Umgebung sich zeigen und schließlich eine Schrumpfung des Granulationsgewebes mit Narbenbildung resultiert. Hierdurch kann es zu einer Abkapslung und Ausschaltung des tuberkulösen Herdes kommen.

Neben diesen Möglichkeiten treten wohl auch noch andere Vorgänge bei der Röntgenbestrahlung in Kraft, speziell solche, die auf Beschleunigung fermentativer Vorgänge hindeuten und mit innersekretorischer Tätigkeit im Zusammenhang stehen. Ob hier Aktivierung der Zellarbeit oder ein Einfluß auf das durch Röntgenstrahlen getroffene Blut mit seinen geschädigten Lymphozyten eine Rolle spielt, läßt sich bis dato nicht entscheiden. Hier harren noch manche Fragen der Lösung, doch ist auch heute schon die Tatsache feststehend — so betont Wilms —, daß ähnlich wie die Sonnentherapie, auch die Röntgentherapie eine Umstimmung des Organismus im günstigsten Sinne in relativ kurzer Zeit erzielen kann.

Als das augenscheinlichste Ergebnis von 30 Bestrahlungskuren, die Berns an den Krankengeschichten in den „Fortschritten" näher beleuchtet, erscheint ihm eine in 18 Fällen beobachtete Herabminderung der Körpertemperatur, eine spezifische Entfieberung, die manchmal allmählich, manchmal aber auch sofort eingetreten war. Nach geringem, unmittelbar nach einer Bestrahlung auftretendem, unbedeutendem Temperaturstieg trat ein typischer Temperatursturz ein; einige Zeit hielt sich nun die Temperatur erheblich tiefer als vor der Bestrahlung und stieg dann allmählich wieder an.

Vielleicht vermögen diese Verhältnisse Wesen und Ursache des Fiebers bei Lungentuberkulose etwas zu klären. Strümpell hält es für wahrscheinlich, daß dieses Fieber in vielen Fällen durch den tuberkulösen Prozeß an sich, durch Toxinbildung bedingt sei; doch frage es sich noch, ob es schließlich erst durch sekundäre entzündliche Prozesse, sowie durch Resorption septischer und toxischer Substanzen aus dem sich zersetzenden Bronchial- und Kavernensekret entstehe. Nimmt man ganz allgemein an, es würde durch die Giftwirkung des tuberkulös erkrankten Gewebes verursacht, so würden die Fälle, bei welchen die spezifische Entfieberung eintrat, den Beweis liefern, daß es möglich ist, durch Bestrahlung den tuberkulösen Herd zu entgiften, ein Ergebnis, das für Drüsen- und Gelenktuberkulose von Iselin schon festgestellt worden ist.

Vor Erörterung der Ätiologie dieser „Entgiftung" möchte ich die anatomisch-mikroskopischen Bilder bestrahlter Lungen, wie sie Küpferle beschrieben hat, hier aufführen: „Es zeigte sich in den an den verschiedensten Stellen der Lungen entnommenen Teilen eine auffallende Entwicklung des hyalinen Bindegewebes, das an Stelle des tuberkulösen Granu-

lationsgewebes getreten war. Besonders deutlich sind diese Unterschiede an der Grenze zwischen krankem und gesundem Gewebe erkennbar. Hier sieht man an den Lungenschnitten der bestrahlten Tiere eine intensive Bindegewebsentwicklung, die einerseits in die tuberkulös erkrankten Teile hinein sich erstreckt, die Zerfallsherde umwuchert und abkapselt, auf der andern Seite auch gegen das gesunde Gewebe hin vordringt.

Die biologische Wirksamkeit der Röntgenstrahlen beruht in einer Schädigung von Zellen mit sehr lebhaftem Stoffwechsel, von Geweben, in denen unablässig lebhafte Zellregeneration stattfindet. Die üppig wuchernden Zellen des tuberkulösen Granulationsgewebes werden also durch richtig dosierte Strahlen vernichtet, und so ist die physiologische Neigung des erkrankten Lungengewebes zur Bindegewebsentwicklung nicht mehr beeinträchtigt. Ob die Bindegewebszellen mit ihrem im Vergleich zu den Granulationsgewebszellen sehr trägen Stoffwechsel durch die Röntgenstrahlen zu intensiverem Stoffwechsel angeregt werden, ob die Röntgenstrahlen vielleicht auch einen anregenden Einfluß auf die in jedem Entzündungsherd vorhandenen phagozytären Zellen ausüben, das sei dahingestellt.“ Jedenfalls ist der Hinweis von Berns wichtig, weil er unsere Beobachtungen hinsichtlich der Reizdosenanwendung unterstützt und mit zur Erklärung der vorgeschlagenen kombinierten Lungenbehandlung mit hohen schädigenden und geringen anreizenden Dosen beiträgt.

Berns fährt weiter fort: „Die Ursache der Entgiftung scheint also darin zu liegen, daß die Gifte des Zerfallherdes, rings umschlossen von dem Bindegewebswall, nicht wieder die Möglichkeit haben, dem Organismus zur Bildung von Granulationsgewebe zu veranlassen, daß ferner vielleicht gleichzeitig die Phagozyten lebhafter und erfolgreicher den Kampf gegen die Tuberkelbazillen aufnehmen. Infolgedessen sinkt das Fieber.

Ein nennenswerter Einfluß der Röntgenstrahlen auf Tuberkelbazillen konnte bisher trotz vieler Versuche nicht festgestellt werden. Es erscheint demnach wohl ausgeschlossen, daß durch die Strahlen die im Erkrankungsherd vorhandenen Tuberkelbazillen abgetötet werden. Sie liefern weiter ihre Toxine und diese müßten weiter Fieber erzeugen, wenn das Fieber bei Lungentuberkulose wirklich ein reines Toxinfieber wäre. Es scheint also, als ob das Granulationsgewebe in erster Linie Ursache des Fiebers sei, als ob es sich hier ausschließlich um ein Resorptionsfieber handele.“

„Viele Forscher haben es sich in den letzten Jahren zur Aufgabe gemacht, Ursache und Wesen des Fiebers tief zu ergründen. Auf dem Wiesbadener Kongreß 1913 kam das so recht zum Ausdruck. Krehl hat damals die denkwürdigen Worte ausgesprochen: „Eine kühne Phantasie könnte sogar eine Brücke zu schlagen geneigt sein zwischen der automatischen Unterhaltung der Normaltemperatur durch nicht fertig abgebaute Produkte des normalen Stoffwechsels und der Temperatursteigerung durch krankhaft veränderte.“ Durch diese Ansicht, die heutzutage immer mehr Anerkennung zu gewinnen scheint, würden die komplizierten und viel umstrittenen Erscheinungsbilder des Fiebers auf eine einfache Formel gebracht werden. Und in der Tat, es scheint recht natürlich und selbstverständlich zu sein, Normal- und Fiebertemperatur für wesensgleich zu halten. Die optimale Temperatur für die jeweilige Intensität des Stoffwechsels, sei er nun normal oder krankhaft gesteigert, würde also im Organismus durch die regulatorische Tätigkeit des Temperaturzentrums eingestellt. Der physiologische Reiz für letzteres ist unvollkommen abgebautes, artfremdes oder nicht organisiertes Eiweiß, oder dessen Produkt, das Anaphylatoxin, und solches Eiweiß liefert ja sowohl normaler als auch krankhafter Stoffwechsel.

Unsere durch Strahlentherapie bei Lungentuberkulose erzielten Resultate scheinen diese Fiebertheorie weitgehend zu stützen. Die so oft beobachteten Entfieberungen können, nach dem anatomisch-mikroskopischen Bilde zu urteilen, nur durch Vernichtung des tuberkulösen Granulationsgewebes und die daran anschließende stärkere Bindegewebsentwicklung verursacht worden sein. Durch die Bestrahlungen werden die Erkrankungsherde allmählich abgekapselt und langsam entgiftet — den Tuberkelbazillen wird der Nährboden genommen. Es gelangen



immer weniger Herdgifte und Zerfallprodukte durch das hyperämische Granulationsgewebe in die Blut- und Lymphbahnen — vielleicht üben die nun von Bindegewebe immer stärker umkapselten Zerfallprodukte einen stärkeren Fremdkörperreiz aus und werden ausgehustet, wodurch sich die bei den Bestrahlungen beobachtete, anfängliche Vermehrung des Auswurfes erklären ließe. Schließlich wird durch die Entlastung des Stoffwechsels von Fieberstoffen der fieberfreie Zustand erreicht.

Manchmal zeigten sich diese Erfolge schon nach einer oder nach einigen Bestrahlungen, manchmal erst im Verlaufe der Bestrahlungen. Daß aber dauernde Entfieberung in verhältnismäßig viel kürzerer Zeit eintrat als bei anderen Behandlungsmethoden, daß ferner überaus häufig nach einzelnen Bestrahlungen ein typischer Temperatursturz beobachtet wurde, das sind die Beweise für eine spezifische Entfieberung der Lungentuberkulose durch Röntgenstrahlen.

Am schwersten ist der erwähnte Temperatursturz zu deuten. Nach vorübergehendem, geringem Temperaturanstieg sinkt bald nach den einzelnen Bestrahlungen die Temperatur, hält sich 12 bis 24 Stunden oder auch noch länger bis zu einem Grade oder mehr tiefer als früher, und steigt dann wieder langsam an. Vielleicht sind in solchen Fällen die Zellen des Granulationsgewebes nur vorübergehend geschädigt, gleichsam betäubt und unfähig geworden, die Herdgifte anfzunehmen und zur Resorption zu bringen. In dieser Zeit hätte dann der Organismus infolge Wegfalls der Herdgifte nicht mehr soviel Stoffwechselarbeit zu leisten, als seiner eben noch innegehaltenen Temperatur entsprechen würde, weshalb letztere vorübergehend sinken müßte. Diese Annahme müßte naturgemäß sowohl für erhöhte als auch für normale Temperaturen gelten; denn auch der Kranke mit normaler Temperatur hat Herdgifte zu verbrennen, nur befindet er sich in einer Art Kompensationsstadium seiner Temperaturverhältnisse. Und in der Tat scheinen die Fälle der Gruppe IIa von Berns diese Annahme zu beweisen; ihre Temperatursenkungen um einige Zehntelgrade nach Bestrahlung sprechen dafür. Insbesondere könnte man von Fall 15 sagen, daß nach Ausschaltung der Fieberstoffe aus dem Kreislauf und nach Beseitigung aller anregenden Einflüsse durch die Bettruhe, die optimale Temperatur für den jetzigen Stoffwechsel des Patienten bei Werten um 36,1° lag. Auch beim Gesunden sinkt ja die Temperatur bei minimalsten Anforderungen an seinen Stoffumsatz.

Auf Grund des anatomisch-mikroskopischen Bildes kann es wohl als ausgemacht gelten, daß durch Bestrahlung Dauererfolge erzielt werden; sicher erwiesen ist das bis jetzt allerdings noch nicht und Nachuntersuchungen anzustellen, war mir leider unmöglich geworden.

Kurz vor Fertigstellen meiner Arbeit wurde ich von Herrn Professor Forschbach-Breslau auf Fränkels Arbeit: „Die Röntgenstrahlen im Kampf gegen die Tuberkulose, speziell der Lungen" aufmerksam gemacht[1]). Fränkels Resultate stimmen in vieler Beziehung mit den Freiburger Ergebnissen überein, obwohl verschiedenartige Technik angewandt wurde. Während in Freiburg das Hauptgewicht auf direkte Herdbestrahlung gelegt wird, bedient sich Fränkel einer Kombination von Herdbestrahlung und allgemeiner Bestrahlung von Thorax und Milz, wobei er einen besonderen Bestrahlungsstuhl verwendet. Leichtere Fälle bestrahlte er mit mittelstarken Dosen, um den Erkrankungsherd der Resorption zugänglicher zu machen, schwerere Fälle mit sehr starken Dosen, um das tuberkulöse Gewebe direkt zum Zerfall zu bringen. In Freiburg wurde in allen Fällen stärkste Strahlung angewandt. Hier wie dort dauerte eine Kur durchschnittlich 3—4 Monate. Die positiven Resultate Fränkels betragen 80 %, in Freiburg 83,3 %, wobei es sich dort und hier fast nur um Fälle des ersten und zweiten Stadiums handelte.

[1]) Auffallenderweise ist das Vorhandensein meiner Arbeiten über diese Lungentuberkulosebestrahlungen, von denen seit 1911 eine ganze Reihe erschienen sind, noch immer nicht bis Freiburg gedrungen, während sie in Breslau schon lange bekannt sind. Der weite Weg kann daran kaum schuld sein; denn ich habe auf dem Physiotherapeutischen Kongreß 1913 sowohl in persönlicher Rücksprache mit den Freiburger Herren als auch in meinem Vortrag durch Zitieren der bis dato bereits von mir veröffentlichten Berichte dem schon damals auffälligen Übersehen der Arbeiten nachzuhelfen versucht.



Besonders interessant ist es, daß auf beiden Seiten fast die gleichen Ergebnisse erzielt wurden. Fränkel schreibt: „Als erste Beobachtung steht im Vordergrund das Sistieren der so quälenden Schleimsekretion, des Hustens, Abnahme des tuberkulösen Sputums. Parallel ging dabei Gewichtszunahme, Schwinden der Lungenstiche." Weiter berichtet Fränkel über Hebung des Allgemeinbefindens und des Appetites über freiere Atmung. Genau so in Freiburg. Viele Patienten fühlten sich allmählich immer wohler, verloren Husten und Auswurf, allerdings nach anfänglicher Steigerung, oft gänzlich, wobei gleichzeitig die katarrhalischen Geräusche über den Lungen erheblich zurückgingen. Auch Fränkel berichtet: „Pathologische Atmungsgeräusche schwinden in auffallender Weise, besonders an den Spitzen."

Über seine Temperaturbeobachtungen schreibt Fränkel: „Anfängliche Fiebersteigerung ist ein Zeichen für günstige Röntgenbeeinflussung. Ich fasse den Fieberanstieg als ein Freiwerden von Giftstoffen im Körper durch Strahlenwirkung auf, als ein Einsetzen von wichtigen Immunisierungsvorgängen, denen dann die Entgiftung und Entfieberung folgt."

Abgesehen von den schon besprochenen Fällen Nr 28, 29 und 30 sind in Freiburg Temperaturerhöhungen, wie sie Fränkel zu Beginn der Röntgenbehandlung bei den „Spuckern" fast ausnahmslos beobachtete, nicht festgestellt worden. Ob sich diese Gegensätze aus der verschiedenartigen Technik erklären, läßt sich nicht ohne weiteres feststellen. Doch dürfte es nicht unwahrscheinlich sein, daß intensivste Herdbestrahlung auf der einen Seite, kombinierte Bestrahlungstechnik auf der anderen Seite im Organismus verschiedenartige Temperaturreaktionen auslösen. Vielleicht gelangen bei der lokal nicht so intensiv zerstörend, sondern mehr anreizend auf das Granulationsgewebe wirkenden Kombinationsbehandlung die Fieberstoffe hauptsächlich auf dem Blut- und Lymphwege zur Resorption und Vernichtung, müßten dann also anfänglich Fieber erzeugen, während bei der lokal sehr wirksamen, intensiven Herdbestrahlung nach den früheren Ausführungen Fieberstoffe in immer geringerem Maße zur Resorption gelangen, und vielleicht in der Hauptsache mit dem Auswurf entfernt werden, wofür die in Freiburg beobachtete anfängliche Vermehrung der Auswurfsmenge sprechen würde.

Und schließlich ist die in Freiburg beobachtete vorübergehende Temperaturerhöhung unmittelbar vor dem typischen Temperatursturz vielleicht den von Fränkel beschriebenen Temperaturerhöhungen analog. Man könnte nach den obenstehenden Ausführungen annehmen, daß zu Beginn einer einzelnen Herdbestrahlung, so lange die volle Wirksamkeit noch nicht erreicht ist, Giftstoffe vermehrt resorbiert werden, was jedoch sofort sistiert, sobald die starke Dosis voll zur Wirkung gelangt ist.

Schließlich wären noch die Nebenerscheinungen zu erwähnen, die im Verlaufe von Bestrahlungskuren in Freiburg beobachtet wurden. In vielen Fällen traten Beschwerden ein, z. B. Benommenheit, Mattigkeit, Kopfschmerz, Schwindel, Beklemmungen, Herzklopfen, Stiche in der Brust, ja selbst Erbrechen und Durchfall bei Fall 29. Alle diese Erscheinungen waren wohl zum größten Teil in der nervösen Disposition der einzelnen Individuen begründet; jedenfalls stellten sich aber in keinem Falle beängstigende oder kontraindizierende Symptome ein.

Weiteren Versuchen ist es vorbehalten, zu entscheiden, ob die Strahlentherapie bei Lungentuberkulose die hohen Erwartungen, welche man nach den bisherigen Ergebnissen an sie stellen darf, wirklich erfüllt, ob sie erfolgreich genug sein wird, sich ein großes Betätigungsfeld in der Behandlungsweise von Lungenerkrankungen zu erobern. Vielleicht ist sie imstande, die Ansichten über Antipyrese zu beeinflussen; spricht sie doch einerseits dafür, daß im Grunde das Fieber für den Organismus keine schädliche, vielmehr eine zweckdienliche Einrichtung ist, daß es also im allgemeinen nicht vorteilhaft ist, dasselbe mit Antipyreticis zu bekämpfen. Andererseits vermag die Strahlentherapie die Ursache des Fiebers zu bekämpfen und zu beseitigen und auf diese Weise den Organismus von den ihn rasch erschöpfenden Einwirkungen febriler oder subfrebiler Temperaturen zu befreien. Ganz besonders scheint die Strahlentherapie indiziert zu sein zur Behandlung der Fälle, welche unter langdauernder Subfrebilität zu leiden haben.

Ein Heben der Körperteile durch richtige Diät und Aufenthalt in gesundem Klima, leichte Bewegung, abwechselnd mit geordneter Liegekur, insbesondere aber die geregelte Lebensweise eines Sanatoriums und die darin gegebene Möglichkeit der ständigen ärztlichen Überwachung werden die Erfolge der Strahlentherapie weitgehend fördern."

Das lokale Verhalten des Lungengewebes selbst spielt gewiß auch eine Rolle. Nach Wohlauer ergaben sich bei der experimentellen Bestrahlung der Lungen als der fast allen Fällen gemeinsame Befund eine starke Hyperämie der Lungen. In den meisten Fällen finden sich ferner frische und alte Blutungen, die zum Teil als Hömosiderin sich in den Alveolarepithelien nachweisen lassen, und die wir von den Präparaten der bestrahlten Eierstöcke her kennen.

Diese Befunde sind wohl mit den an der Haut auftretenden zu vergleichen und als Reaktion auf die Röntgenstrahlen aufzufassen. Hiermit stimmt eine Beobachtung Levy-Dorns überein. Es gelang ihm, beim Menschen durch Bestrahlung des Halses Hyperämie im Kehlkopf und der Trachea zu erzeugen, ohne daß eine Hautreaktion eintrat.

Ferner zeigten die Präparate eine Erweiterung der perivaskulären und peribronchialen Lymphräume als Ausdruck starker Stauung.

In keinem der Fälle fand sich eine Beeinflussung der Alveolarepithelien — und da sich dieses Verhalten auch bei den Tieren, die abnorm große Dosen erhalten haben, zeigt, so müssen wir in den Alveolarepithelien eine Zellform sehen, die sich äußerst refraktär gegenüber den Röntgenstrahlen verhält —, solange es in „nicht physiologisch erhöhtem Reizzustand" sich befindet. Hier spielt also wieder die bekannte Tatsache eine Rolle, daß es Gewebe gibt, die in physiologischem Zustand refraktär sind, im „entzündlichen gereizten Zustand" gegen Strahlen sensibel werden. Das wissen wir aus Experimenten und therapeutischen Ergebnissen bei der Bestrahlung der Schilddrüse, der Mamma, des Knochens u. a., die alle im „normalen" Zustand nur wenig oder gar nicht — im „gereizten" Zustand radiosensibel — für Röntgenstrahlen sehr empfindlich sind. Jedenfalls ist die Konstatierung der Tatsache einer Hyperämiesierung der Lunge als Endresultat experimenteller Beobachtungen um so wichtiger, wenn man die Behauptung von Rokitansky bedenkt, nach dem die Hyperämie der Lungen einen Schutz gegenüber der Tbk-Affektion darstellt durch Bazillenschädigung.

Auf dieser Tatsache basiert ja auch die Hyperämiebehandlung der Tuberkulose von Bier überhaupt, sowie die Maßnahme zur künstlichen Hyperämiesierung mittels Liegekur, Saugmaske, vielleicht auch der Pneumothorax.

Die Entgiftungsfrage nun ist es, die uns letzten Endes am meisten interessiert, ist sie doch die wichtigste und klärt uns zugleich über die intimeren Vorgänge auf, die das Resultat der Durchstrahlung darstellen.

Wir wissen, daß bei der Erstinfektion des Körpers mit Tuberkelbazillen der Organismus eine sogenannte Umstimmung erfährt: er wird empfindlich gegen das tuberkulöse Gift. Diese Umstimmung ist in nichts anderem zu suchen als in der Mobilmachung von Abwehrvorrichtungen gegen den eindringenden Feind. Da die Tuberkelbazillen art-, organismus- und blutfremde Körper darstellen, so antwortet der Organismus bei einer Infektion mit Tuberkelbazillen mit der Produktion von Abwehrfermenten, die gegen diese gerichtet sind. Aus diesem Grunde erhalten wir bei denjenigen Menschen, bei denen eine Infektion mit Tuberkelbazillen stattgefunden hat, eine positive Abderhaldensche Reaktion mit Tuberkelbazilleneiweiß. Schreitet nun die Infektion weiter fort, wird die Tuberkulose manifest, so kommt es zu Zerstörungsprozessen des Gewebes, das von den Tuberkelbazillen befallen ist, in unserem Falle der Lunge. Bei diesem Zerstörungsprozeß gelangen Bestandteile des befallenen Gewebes in das Blut, die nicht völlig bluteigen sind, mit anderen Worten: die noch eine spezifische Struktur haben. Gegen diese Stoffe wehrt sich der Organismus durch Fermente, denen die Aufgabe zukommt, sie bluteigen zu machen. In diesem Falle können wir Abwehrfermente gegen Tuberkelbazilleneiweiß und Lungengewebe nachweisen.



Daß ein Tuberkulin als Ursache des Fiebers entstehen muß, wenn eine tuberkulöse Drüse samt Bazillen resorbiert wird und Tuberkelbazillen zerfallen, darf als sicher gelten. Das Körpergewicht erfährt dabei immer eine Steigerung, und zwar auch nach anfänglicher Gewichtsabnahme, wie wir bereits oben ausführten.

Einer jeden lichtbewirkten Alteration kranker wie gesunder Haut folgt Erweiterung und Überfüllung der arteriellen Gesäße, verbunden mit kopiöser Exsudation seröser Natur, die sich bis in die Subkutis hinein zu erstrecken pflegt. Diese entzündliche Exsudation stellt nach Jesionek das Wesen einer jeden Lichttherapie des Lupus dar. Wir bringen durch das Licht, resp. durch die hervorgerufene Entzündung mittels des Serums in die tuberkulöse Neubildung etwas hinein, was dem tuberkulösen Prozeß fehlt, gewissermaßen ein Agens, dessen es in dem tuberkulös erkrankten Gewebe bedarf. Es wird ein Komplement zugeführt, das die in den tuberkulösen Herden vorhandene Ambozeptoren befähigt, ihre Anti-Körperwirkung zu entfalten. Darin sieht Jesionek die Bedeutung der serösen Durchtränkung des Gewebes. Die im erkrankten Gewebe sich betätigenden Tuberkuline, die von den Tuberkelbazillen als spezifische Giftstoffe ausgehen, besitzen erstens keine große chemische Affinität zum menschlichen Hautgewebe. Während z. B. konzentrierte Säuren sofort von dem in Kontakt getretenen Hautgeweben gebunden werden, in Form des Schorfes in dessen chemischer Konstitution das Hautgewebe die eine, das Säureagens die andere Komponente darstellt, — während weiter das von Streptobazillen produzierte Gift an Ort und Stelle seiner Entstehung sofort vom Hautgewebe gebunden wird und sich klinisch und histologisch als Nekrose des Epithels und des Bindegewebes (= als Ulkus) dokumentiert, bleiben die von den Tuberkelbazillen produzierten Giftstoffe lange Zeit ungebunden, finden Zeit, sich weithin in die Nachbarschaft der Bazillenniederlassung auszudehnen, ja, sie können sogar von dem Hauptherd ihrer Entstehung durch Lymph- und Blutbahnen verschleppt werden. An Ort und Stelle richtet der Tuberkulosegiftstoff seine Angriffe gegen die Fasersubstanz des Bindegewebes, indem es die kollagenen und elastischen Fasern zum Auflösen bringt. Als zweite Wirkung des Tuberkuloseprozesses ist die Entstehung des spezifischen Granulationsgewebes anzusprechen, das zur Hauptsache aus epitheloiden Zellen besteht. Diese epitheloiden Zellen sind nach Jesionek ehemalige Zellen des Bindegewebes, die durch Gifteinwirkung zwar nicht getötet werden, aber ihre morphologischen und funktionellen Eigenschaften verloren haben und wieder in ihren embryonalen Urzustand zurück verfallen: als embryonale Keimzellen befähigt, sich ins Maßlose zu vermehren und zu wuchern. Läßt jetzt die Wirkung des Giftes nach, so wird ein Teil dieser neugebildeten Elemente aufgelöst, ein anderer Teil gesundet, die Zellen werden wieder Fibroblasten und bilden das Narbengewebe. Als weiterer Bestandteil finden sich aber ferner in den tuberkulösen Granulationsgeweben sogenannte Rundzellen (Lymphozyten und Plasmazellen). Die Lymphozyten stammen aus den Blutgefäßen, aus denen sie ausgetreten sind, und zwar ausgetreten, infolge der durch die tuberkulöse wie durch jede andere Beschädigung in der Haut hervorgerufenen Hyperämie und Exsudation. Nach Jesionek sind die vorgefundenen Plasmazellen nun nichts weiter, als unter dem Einfluß des speziellen tuberkulösen ungebundenen Giftstoffes modifizierte und geschädigte Lymphozyten.

Und der Erfolg der Lichtbestrahlung liegt in der der arteriellen Hyperämie konsekutiven serösen Überschwemmung, bei der das Serum infolge seines Gehaltes an Schutzstoffen das ungebundene tuberkulöse Gift zur Bindung bringt, bei der das entzündliche Serum den vorhandenen Anti-Stoffen das Komplement zuführt, das die spezifischen Ambozeptoren befähigt, ihre immunisatorischen Kräfte zu entfalten.

Und das gleiche spielt sich auch bei der Lungenbestrahlung ab.

Noch eine Betrachtung sei aber hier als Ausblick angefügt:

Durch die Röntgenstrahlen werden die Wunden mit größerem Substanzverlust und Gewebszerfetzungen, wie Beobachtungen zeigten, außerordentlich schnell gereinigt durch Abstoßung von Gewebspartien, die Sekretion wurde zusehends geringer und die Wunde granu-

lierte mittels einer besonderen Narbe aus. Das Granulationsgewebe, in dem sich durch die Strahlung ein modifizierter, in Grenzen gehaltener entzündlicher Prozeß abspielte, der das Wachstum der Bakterien durch Ausscheidung von Antistoffen, durch Vermehrung von phagozytierenden Leukozyten zu verhüten weiß, bildet quasi einen Schutzwall gegen das Weiterfortschreiten des Prozesses und trägt so zur Hebung der vitalen Kräfte der Umgebung bei.

Hierbei ist zu bemerken, daß in den zahllosen Präparaten, die man zur Konstatierung der Röntgenwirkungen gemacht hat, die Verschiedenheiten der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Gefäßschichten aufgefallen sind: Während die Adventitia und Media als die Hüllen größerer und mittlerer Gefäße stark geschädigt erscheinen und zu Obliterationen neigen, bleibt die Intima ganz oder so gut wie ganz unberührt, und da die kleinsten Gefäße wie Kapillaren nur eine Intima besitzen, mit einer leichten Hülle darüber, so trägt vielleicht auch dieses Verhalten gegen Strahlen zu dem Verständnis bei, hinsichtlich der günstigen Beeinflussung des Heilvorganges.

Der Wert der Bestrahlung liegt ferner in der besonderen Art der Narbenbildung. Ich kann mich des Eindrucks nicht erwehren, daß gerade die auffallende Zartheit der Narben, wie sie alle Beobachter konstatieren konnten, darauf zurückzuführen ist, daß — einmal das schnelle Aufhören der Sekretion — den sonst so gefürchteten adhärierenden derben Narbenschluß mit seinen bewegungshemmenden Störungen verhütet, ja es ist aber weiter auch der Schluß vielleicht gestattet, daß hier schon wieder Übergänge zu der schädigenden Wirkung der Röntgenstrahlen zu erkennen sind, schädigend natürlich nur insofern, als sie bei Applikation von Anreizen im weiteren Verlauf der Neigung der jungen Bindegewebszellen zur übermäßigen Wucherung einen Hemmschuh anlegen. Wissen wir doch aus allen Erfahrungen, daß auf jugendliche Zellen, ganz gleich welchen Ursprungs sie sind, dieselben vom Nachbargewebe als nur anreizend empfundene geringe Dosen lähmend wirken, daß die Grenzen zwischen hemmend und reizend sehr dicht beieinander liegen und alle möglichen Übergangsmodifikationen gestatten, die wir uns nur unter geschickter Benutzung der Reizdosen für einen zarten Narbenverschluß zunutze machen müssen.

Anscheinend umgekehrte Wirkung offenbart sich in folgenden Ergebnissen:

Das beste Lösungsmittel für verhärtete Gewebe im Organismus, so schreibt Fränkel (in der Münchner med. Zeitschrift, Nr. 41), ist sicherlich das eigene Körperblut. Lokale Wärme führt es herbei und begünstigt den Lösungs- und Erweichungsvorgang, ebenso wie Thermopenetrationen und die durch gedämpfte Hochfrequenzstrom entwickelte Wärme, während chemische Mittel, teils wegen örtlich begrenzter Anwendung, teils wegen schädlicher Nebenwirkung zurücktreten. So schmilzt bei der akuten Osteomyelitis der Knochen unter dem Blutreichtum des infizierten Markes. Den Abschluß einer Folge von Gewebswandlungen bildet auch die Narbenschwiele. So ist weiter im Initialstadium der Rachitis das Knochenmark stark vaskularisiert und deutet die Markalteration auf vasomotorische Störungen hin. Sicher bestehen Korrelationen der inneren Drüsen zum Knochenstoffwechsel. So beruht, um ein Beispiel anzuführen, nach von Eiselsberg, die Hemmung des Knochenwachstums und der Ossifikation beim angeborenen oder infantilen Myxödem, Kretinismus, Kachexia strumipriva auf Insuffizienz der Schilddrüse, infolge primären Fehlens oder sekundären Verlustes des Kolloids. Den Einfluß des Hyperthyreodismus auf den Knochenstoffwechsel erweist das vermehrte Längenwachstum bei Basedow in den Wachstumsjahren, sowie die zuerst von Recklinghausen berichtete Kombination der jugendlichen Osteomalazie mit Basedow. Desgleichen besitzt die Thymusdrüse wichtige Beziehungen zum Wachstum der Knochen. Endlich hängt die Akromegalie mit Erkrankungen der Hypophyse zusammen. Nach Fränkel kann nicht daran gezweifelt werden, daß in der Pathologie des Knochenstoffwechsels Antagonismus der inneren Sekrete eine Rolle spielt, und daß, allgemein gesprochen, ein Wechselspiel zwischen Vasokonstriktoren und Dilatatoren besteht. b) Das im Blute nachgewiesene, im Lezithin enthaltene Cholin erkannte Lohmann, wie Fränkel berichtet, als die den Blutdruck erniedrigende Sub-

stanz der Nebenniere. Dieses bei der Röntgenbestrahlung als Zersetzungsprodukt des Lezithin entstehende Cholin-Antagonist des vasokonstriktorischen Adrenalin — führte bekanntlich Werner in die Krebsbehandlung ein, in der Absicht, die Strahlenwirkung damit zunächst zu imitieren, teils, um es in Kombination mit der Strahlentherapie anzuwenden. Es wird nach seiner Ansicht durch Einverleibung desselben in den Körper nicht nur die Haut gegen die Wirkung der X-Strahlen sensibilisiert, sondern es entsteht eine regelrechte Strahlenwirkung. Hippel und Pagenstecher haben ja bekanntlich die Cholininjektion bei Tieren zur Sterilisierung und Rückbildung der Gravidität angewandt und mit dem seinerzeit von mir beschriebenen Wirkungen der Röntgenstrahlen in Parallele gesetzt. Durch Experimente könnte Fränkel nachweisen, daß das Cholin auch für die Unterhaltung des normalen Gefäßtonus von Bedeutung ist, und es lag nahe, es zur Erzeugung lokaler Gefäßerweiterungen zu erproben um so mehr, als dieser Verwendung die eigenartige Verteilung des Mittels in dem Körpergewebe sehr günstig ist.

Hat es doch nach den Versuchen von Ellinger eine besondere Affinität zu den unteren Hautschichten, und so wandte es Fränkel in Form von Injektionen an (subkutanintramuskulär, artikulär) in die Umgebung der Narbe bis zur Erweichung derselben (ohne üble Begleiterscheinungen). Das Narbengewebe selbst schont er wegen seiner Empfindlichkeit und weil es dem Eintritt der Lösung großen Widerstand leistete. Nach seinen Erfahrungen werden durch das Cholin gleichsam die Schleusen geöffnet, daß das Blut schnell und reichlich die erweiterten Gefäße füllt und ausgiebig seine lösenden Eigenschaften entfalten kann. An der Injektionsstelle und in deren Umgebung stellt sich bald ein starkes Hitzegefühl ein, begleitet von dem äußeren Bilde eines schweren Entzündungsprozesses in Form ödematöser Auftreibung. Diese Reaktion klingt allmählich ab, doch ist hellrote Färbung und Schwellung des Gliedes, Erhöhung der Hauttemperatur und Wärmegefühl noch tagelang vorhanden. Dies spricht er als Zeichen der durch das Cholin als Dauerreiz erzeugten arteriellen Hyperämie an und konnte in seinen Fällen die beträchtliche Erleichterung der mobilisierenden Arbeit unter diesem Einfluß beobachten, sowie auch eine Beschleunigung der Wundheilung nebenher bemerken. Er unterzog Hautschwielen, Faszienenschrumpfungen, Muskelschwielen, Verwachsungen von Sehnen und Sehnenscheiden, Gelenkversteifungen, chronischer Arthritiden, phlegmonöse Versteifungen der Fingergelenke usw. mit großem Erfolg dieser Behandlungsweise.

In seiner Arbeit über Lupusbehandlung mit Lekutyl in Verbindung mit künstlichem Sonnenlicht betont Strauß-Barmen immer wieder, daß man zwischen rein örtlicher Beeinflussung und Allgemeinwirkung unterscheiden müsse.

Während bei der örtlichen Behandlung die Zellen der tuberkulösen Neubildung die Strahlen absorbieren, es zu Erweiterungen der Gefäße, zur Hyperämie, serösen Exudation bis in die tieferen Schichten der Infiltrate kommt, und alle entzündlichen Prozesse Heilvorgänge auslösen, erstreckt sich die allgemeine Bestrahlung auf die Wirkung der gesunden Haut und auf indirekten Einfluß des Tuberkuloseherdes. Gerade die oft besprochene Pigmentbildung ist entsprechend ihrer Stärke ein Ausdruck der Lichtabsorptionen. Während zuerst die basalen Epidermiszellen das Licht absorbieren und in Pigment umsetzen, erstreckt sich bei stärkerer Bestrahlung die Strahlenabsorptionsfähigkeit auch auf die Retezellen und erzeugt hier als Ausdruck derselben eine tiefgelegene entzündliche Reaktion. Nach Jesionek stellen die roten Blutkörperchen die Kraftüberträger dar, und zwar so, daß das überschüssige Pigment in gelöstem Zustande dem Blut und den Organen beigefügt wird und so dem kranken Herde durch ständige Zu- und Abfuhr heilfördernde Stoffe zugeführt werden. Der Beweis für die Richtigkeit liegt in der Beobachtung, daß bei verdeckten Lupusherden — allein durch allgemeine Bestrahlung Schwellung und seröse Exudation am Herd auftraten, daß in tuberkulösen Gelenken eine vorübergende Steigerung der Entzündung sich zeigte, daß tuberkulöse Fisteln stark absonderten. Die Wirkung der Allgemeinbestrahlung auf den Organismus besteht in Anregung der Oxida-

tionsvorgänge, deren Ausdruck wieder in Vermehrung der roten Blutkörperchen und des Hämoglobingehaltes bestehen, sowie in Erhöhung der Hauttemperatur bei gleichzeitigem Abfall der Innentemperatur. Das Licht ist, wie bekannt, ein Katalysator und vielleicht, so sagt Strauß, sind die Vorgänge beschleunigter Übertragung von oxydativen Stoffen durch das vom Licht gebildete Pigment ebenfalls als katalytische aufzufassen. Die Heilung des tuberkulösen Gewebes liegt in stärkerer Vernichtung der Giftstoffe der Tuberkulosebazillen und ihrer Lebensbedingungen, als weitere Folge in gesteigerter Anregung des Stoffwechsels, Hebung des Allgemeinbefindens und Einleitung immunisatorischer Vorgänge. Dabei ist auch die erhöhte Abspaltung von Cholin aus dem Lezithin durch Licht zu berücksichtigen.

Auch Werner konnte bei seinen Untersuchungen im Czernyschen Institut auf Grund eigener Überzeugung die Zerstörung des Lezithins durch Radiumbestrahlung bestätigen und des weiteren über eine Reihe interessanter Experimente berichten. Er fand nämlich, daß die Injektion zersetzten Lezithins im tierischen Körper analoge Veränderungen hervorruft wie die direkte Bestrahlung mit Radium. Des ferneren, daß die Summe der Zersetzungsprodukte des Lezithins, gleichgültig auf welchem Wege sie erzeugt worden waren, stets dasselbe leistet wie das bestrahlte Lezithin, und endlich, daß das Cholin den am stärksten wirkenden Bestandteil repräsentiert. Werner bezeichnet diese Vorgänge als „chemische Imitation der Strahlenwirkung", und von Exner und Zwark konnte gezeigt werden, daß diese durch Cholin allein erzielt werden kann.

Werner ist der Ansicht, daß die Versuche Mesernitzkys den Beweis erbringen, daß die Radiumstrahlen auf das Lezithin der Hühnereier direkt einwirken, daß aber das Lezithin nicht die einzige Angriffssubstanz bildet, sondern daß die lebende Zelle durch die Strahlen eine einheitliche, schwere Läsion erleidet und durch Summation vieler kleiner Veränderungen, die sich gegenseitig noch verstärken, zum Untergang gebracht wird. Die Förderung der Autolyse würde dadurch verständlich, daß die autolytischen Fermente infolge der Zerstörung des Lezithins sozusagen ein freies Feld für ihre Wirksamkeit erhalten. Jedenfalls ist die praktisch wie experimentell erwiesene Wirkung des Cholin und seine Entstehung infolge der Bestrahlung für uns von größter Wichtigkeit.

Denn dasselbe Cholin, das Fränkel durch Injektion an Ort der beabsichtigten Wirkung bringt, und dessen Einfluß wir aus den Wernerschen Arbeiten bei Ca. kennen, dasselbe Cholin wird bei der Röntgenbestrahlung am Ort der Einwirkung in seiner weiteren Umgebung erzeugt und gelangt frei zur Wirkung auf das vorhandene Gewebe. Es spielen sich hier also, wenn ich vergleichsweise sagen darf, ähnliche „immunisatorische" Vorgänge ab, wie sie bei der Knochentuberkulose von allgemeiner Heilwirkung von Wilms und Iselin, wie bereits geschildert, betont wurden.

Es wird dort (Tuberkulin) wie hier (Cholin) ein Stoff frei, der, zur Entfaltung gebracht, chemische und biologische Umwirkungen zu erzielen imstande ist.

Seitdem das Cholin in Form des Enzytol durch Werner in die Krebstherapie eingeführt worden ist, wird es bei verschiedenen Krankheiten in ausgedehnter Weise angewandt, zum großen Teil auch in Kombination mit Röntgen- und Radiumstrahlen. Man weiß aus den Arbeiten von Lohmann, Schwarz, Lederer und Fürth und Schwarz, daß Cholin in kleinen Mengen in der Schilddrüse, Nebenniere, Thymus, Milz und Lymphdrüsen im Organismus vorkommt, und neigt dazu, ihm eine Hormonwirkung als Gegenpart des Adrenalins zuzuschreiben; wie Ellinger-Heidelberg schreibt.

Aus der Tatsache der Cholinwirkung als Sensibilisierungsmittel der Haut bei der Wirkung der Röntgenstrahlen — fanden doch Ritter und Allmann, daß das Auftreten von Erythemen der Haut nach Röntgenbestrahlung durch vorhergehende Enzytolbehandlung um die Hälfte der Zeit beschleunigt wird, und daß eine besondere Affinität des Cholins zu den lebhaft proliferiernden unteren Hautschichten bestehe — ist auf eine besondere Beziehung des Cholins zu jungen Zellen zu schließen.

Und die Annahme ist berechtigt, daß ebenso wie die Narbenerweichung unter der Bestrahlung auf freiwerdendes Cholin zurückgeführt werden kann — über diese Beeinflussung schrieb ich jüngst in der Strahlentherapie[1] —, auch die Sensibilisierung von Tumoren und von tuberkulös verändertem Gewebe gegen Röntgen- und Radiumstrahlen, die man auf Grund der klinischen Erfolge vermuten darf, so zu erklären ist.

Und hier ist nun eine koïnzidierende Ähnlichkeit auch des Milzsaftes bislang auf Tumoren bemerkenswert.

Als besonderer Faktor auch für den Wert der Röntgenstrahlen sprechen nämlich die Beziehungen der Milz zur Immunität, die überaus hoch anzuschlagen ist, wie Dr. Alexander Schmincke in seiner Arbeit „Über die normale und pathologische Physiologie der Milz" (Münch. med. Wochenschr. Nr. 31) ausführt.

Durch die Versuche von Pfeiffer und Marks, die von einer ganzen Anzahl anderer Autoren bestätigt wurden, so schreibt Schmincke, wurde nachgewiesen, daß die Milz neben Knochenmark und Lymphdrüsen die Hauptproduktionsstätte der Antikörper darstellt. Dabei erfolgt ihre Bildung in der Milz sehr schnell; sie beginnt schon 24 Stunden nach der Infektion, ist in der Milz zu einer Zeit, wo das Serum noch vollkommen unwirksam ist, im Verhältnis zum Serum in stärkerem Grade nachweisbar und tritt erst allmählich gegenüber der Schutzkraft des Serums zurück. Wird bei Tieren nach bakterieller Infektion die Splenektomie ausgeführt, so wird dadurch die Bildung von Schutzstoffen beeinflußt. Gegenüber Anstrengungen (Ermüdungstoxinen?) erwiesen sich entmilzte Hunde und Katzen wenig resistent.

Prof. Selten berichtet gelegentlich seiner Infektionsversuche mit kleinen Tuberkelbazillenmengen unter besonderer „Berücksichtigung des Inhalationsweges", daß schon 5 Wochen nach Inhalation sich Tuberkuloseerkrankung der Lunge und Milz — selbst bei ganz geringer Bazillenanzahl — ergaben, noch bevor die Bronchialdrüsen affiziert sich erwiesen. Die Reaktion ist gleich prompt bei Inhalations- wie bei dem Injektionsverfahren. Auffallend war nun folgendes: Selten sah eine größere Zahl von Tieren, bei denen Lunge und Bronchialdrüsen nichts Krankhaftes aufwiesen, die sich aber durch Milzschwellung und positive Intrakutanreaktion bereits als tuberkulös infiziert ergaben Er schließt daraus, daß die inhalierten Tuberkelbazillen die Lungenschleimhaut erst passierten und, ohne Veränderungen zu hinterlassen, auch nicht in den Bronchialdrüsen, ins Blut gelangten, und in der Milz abgefangen wurden. Erst von hier aus fand erneut auf dem Blutwege die Infektion der andern Organe, speziell der Lungen, statt. Finden sich bei Tieren, die eine größere Menge Tuberkulinbazillen inhalierten, doch in den Lungen Herde, so erklärt Selten das damit, daß die Hauptzahl wohl ins Blut durch die Lungenschleimhaut gegangen sind, einige wenige aber zurückgeblieben sind, und hier in der Lungenschleimhaut zu einem zirkumskripten primären Entzündungsherd führten. Die im Blut kreisenden, in der Milz abgefangenen Keime können so den Körper umstimmen, so daß den erneut im Blut befindlichen Bazillen die Gelegenheit geschaffen wird, sich in der Lunge und den Bronchialdrüsen festzusetzen. Der primäre Lungenherd beim Menschen würde dann die Folge einer späteren Infektion sein. Frühzeitig und regelmäßig bemerkt man jedenfalls Milzschwellung als Zeichen, daß zuerst das Blut infiziert wird, von hier aus erfolgt Infektion der Lungen. Die Lymphdrüsen können anscheinend dabei übergangen werden. Die Bazillen werden nach der Infektion gleich von den Leukozyten aufgenommen und gelangen entweder direkt oder durch die Lymphdrüsen ins Blut.

Altere Kulturen wirken ähnlich wie wenige Bazillen: es kommt hier wie dort zu keiner allgemeinen Infektion, sondern nur zu örtlichen Herden in Milz und Lunge. Auch das Ergebnis dieser Experimente läßt die Bedeutung der Milz und die Wichtigkeit derselben bei der Tuberkulinbekämpfung erkennen. Ihre Kraft zu erhöhen, muß eine der ersten Aufgaben in den Maßnahmen gegen die Tuberkulose darstellen.

---

[1]) Die Röntgentherapie bei Kriegsverletzten, Strahlentherapie, Bd. VII, 1916.

Wichtig ist in der Beziehung auch die Erfahrung der menschlichen Pathologie, daß die Milz relativ selten von Geschwulstmetastasen befallen wird. Es liegen hier eine ganze Anzahl von exakten Beobachtungen vor, die sich alle gleichsinnig dahin äußern, daß der Milz für das Geschwulstwachstum im Tierkörper eine hohe Bedeutung zukommt. So konnte Brancati bei Tumorimplantation in die Milz keine Weiterentwicklung der Geschwulstzellen konstatieren, während in anderen Organen das implantierte Material zur Entwicklung gelangte. Apolant fand, daß das Zustandekommen einer aktiven Resistenz des Mäusekörpers gegen das Angehen einer Geschwulstimpfung durch die Milzexstirpation verhindert oder zum mindestens erheblich erschwert wurde. Brancati konstatierte, daß schwach virulente Tumoren bei entmilzten Ratten erheblich besser angingen als bei normalen; nach Oser und Pribram setzt nach der Milzexstirpation bei Sarkomratten ein bedeutend schnelleres Wachstum der Tumoren ein, als bei den Kontrolltieren. Bei Simultanimpfung von Tumorbrei und Milzbrei von normalen und von Sarkomratten konnten Biach und Weltmann zeigen, daß der Milzbrei sowohl von normalen wie von Sarkomratten Rattensarkome im hemmenden Sinn beeinflußte; die Milz von Sarkomratten äußerte hierbei eine ungemein stärkere und sichere Wirkung als normale Milzen. In den Versuchen von Borell und Bridré wiesen Mäuse, die mit Mäuseadenokarzinomen geimpft und mit Milzgewebe vorbehandelt waren, kein Krebswachstum auf. Braunstein fand, daß Impfungen von Milzbrei von Krebsmäusen und Sarkomratten imstande waren, einen Wachstumsstillstand und einen Rückgang bereits angegangener und in stärkerer Entwicklung begriffener Geschwülste hervorzurufen. Auch Rohdenburg und Johnston beobachteten bei Injektion von Milzextrakten eine Verkleinerung resp. Rückbildung der Tumoren. Oser und Pribram vermochten durch Injektion von Milzbrei bei Sarkomratten eine Rückbildung und einen Wachstumsstillstand der Geschwülste herbeizuführen. Ähnliche Beobachtungen machten Lewin und Meidner.

Selten schließt: Die angeführten Versuchsergebnisse zeigen zur Evidenz, daß der Milz auf die Geschwulstimmunität ein hoher Einfluß zukommt. Wodurch derselbe bedingt wird, ob durch Bildung von Antikörpern in dem Organ (Braunstein, Oser und Pribram, Lewin und Meidner), oder besonders durch Bildung spezifischer Substanzen, die zerstörend auf die Tumorzellen einwirken (Biach und Weltmann) ist eine noch offene Frage.

Die Annahme zytolytischer Antikörperbildung bietet uns für die beobachteten Phänomene die Möglichkeit einer befriedigenden Erklärung und läßt auch auf die Bedeutung der Milz bei der Tuberkulose und auf ihre günstige Einwirkung gegen Tuberkulose nach Röntgenreizung schließen.

Denn daß auch hier die Röntgenreizdosen bei Hebung und Vermehrung der Milztätigkeit eine wichtige Rolle spielen, ist zweifellos. Auch hier kommt wieder die prinzipielle Anschauung zur Geltung, daß die Einwirkung der Röntgenstrahlen um so weitgehender ist, je größer der durch die Erkrankung resp. die Abwehranstrengung herbeigeführte Reizzustand des Organs a priori ist, und meine bisherigen Beobachtungen haben die Richtigkeit dieser Anschauungen erwiesen.

Wir lernen jedenfalls daraus, wie wichtig die richtige Anpassung der zu wählenden Dosis ist und wie ein kritikloses Drauflosbestrahlen den ganzen Effekt illusorisch machen kann. Ein etwaiger Mißerfolg fällt dann nicht der Methode, sondern der falschen Wahl der Technik zur Last.

Bei beiden Arten der Bestrahlung — der Reiz- wie der Schädigungsdosis — zielt unser Bestreben daraufhin, natürliche Heilungsvorgänge zu unterstützen und zu beschleunigen. Ja! Es gibt noch mehr dabei zu erwägen. Ist z. B. eine Schilddrüsenschwellung mit Tuberkulose vergesellschaftet, so ist die lokale Strumabestrahlung mit in den Heilplan einzuschalten, — besteht eine Anämie, so ist — auch aus der Frage der Herabsetzung des Blutverlustes — die Ovarialbestrahlung am Platze.

Fassen wir jetzt noch einmal die Grundsätze zusammen, wie sie sich folgerichtig als Ent-



giftungs- und Heilungsprozeß bei der Tuberkulosebehandlung mit Strahlen darbieten, so fällt sofort eine Ähnlichkeit mit der andernorts geschilderten Sonnenstrahlentechnik ins Auge. Handelt es sich dort letzten Endes nur um Allgemeinbehandlung, so kommt auch hier, wenn auch anfangs die Lokalbestrahlung im Vordergrunde steht, nicht nur diese, sondern auch die allgemeine Beeinflussung in Frage, nur mit gewissen bestimmten Direktiven. Nicht planlos setzen wir den Menschenkörper den Strahlen aus, sondern in richtiger Auswahl suchen wir diejenigen Zentren und Stellen im Innern zu treffen, die die Allgemeinwirkung auslösen, wie wir sie bei der Sonnenbestrahlung kennen lernten.

Das ist die schließliche Folge der besonderen Natur der X-Strahlen im Gegensatz zu den Sonnenstrahlen. Es ist aber nur eine Änderung der „Technik", nicht des „Effektes".

So ist restlos alles erklärt, was die Tuberkulosebekämpfung aussichts- und erfolgreich gestaltet. Es dürfte sicher nicht zum Schaden der Patienten sein, wenn man in der Erkenntnis der unterstützenden Wirksamkeit beider Strahlen, die Anwendung der X-Strahlen neben denen der Sonnenstrahlen und umgekehrt als beachtenswertes Ziel der Tuberkulosebekämpfung anerkennen würde. Und gewiß ist die Zeit nicht mehr fern, wo mit vereinten Kräften Sonnen- und Röntgenstrahlen in schönster Harmonie die glänzendsten Erfolge zeitigen werden als Beweis, daß in der Tat die Natur uns die richtigen Wege zeigt, wie wir uns schützen und wo wir Hilfe gegen den unsere Gesundheit bedrohenden Feind erhalten können, — wenn wir sie nur erst aufgedeckt und in ihrer ganzen Bedeutung erkannt haben.

Über die Charakterisierung von Röntgenstrahlengemischen.

Von

Dr. **Friedrich Voltz**-Nürnberg.

I.

Wenn wir an einem Röntgenstrahlengemisch messen und bestimmen wollen, so haben wir vor allem zwei Grundaufgaben auszuführen, nämlich das Gemisch qualitativ und quantitativ zu analysieren. Bei der quantitativen Messung der Röntgenstrahlen haben wir die „Intensität" der Strahlen zu messen. Bei der qualitativen Messung sprechen wir von der Bestimmung der „Härte" der Strahlen. Wir sprechen von „sehr weichen", „weichen", „mittelharten", „harten" und „sehr harten Strahlen" und definieren die Strahlen in dieser Weise auf Grund ihrer mehr oder weniger großen Absorptionsfähigkeit in bestimmten Normalkörpern, wie Aluminium, Bakelit und Wasser. Wir lassen einem Strahlenbündel mit einem bestimmten Absorptionskoeffizienten k oder einer bestimmten Halbwertschicht a die Eigenschaften von sehr weichen, weichen, mittelharten, harten oder sehr harten Strahlen zukommen. Den Begriffen weich, mittelhart, hart usw. identisch sind die Definitionen, wenig durchdringungsfähig, durchdringungsfähig und sehr durchdringungsfähig, die sich gleichfalls in der Literatur vorfinden. Diese Begriffe stützen sich alle auf die Absorption der Strahlen in Normalkörpern. Wie nun aus den folgenden Ausführungen klar werden wird, sind diese Definitionen nur in ganz bestimmten Fällen eindeutig und absolut. In der Mehrzahl der Fälle sind diese Begriffe relative Begriffe und ihre Verwendung kann unter Umständen in der Praxis, wenn die Relativität des Begriffes nicht in Betracht gezogen wird, zu großen Unklarheiten führen. Um diese Möglichkeit der Unklarheit und damit eventuell verbundene Fehler auszuschalten, sollen an Stelle dieser alten Definitionen neue eingeführt werden, die sich auf die Eigenschaft der Röntgenstrahlen als Lichtstrahlen und der Röntgenstrahlengemische als Spektren stützen. Die neuen Begriffe werden an Hand von Tabellen erläutert. Mit diesen neuen Begriffen erhält auch der Praktiker ein anschauliches Bild von der Zusammensetzung eines Röntgenstrahlengemisches und den sich daraus jeweils ergebenden Folgen.

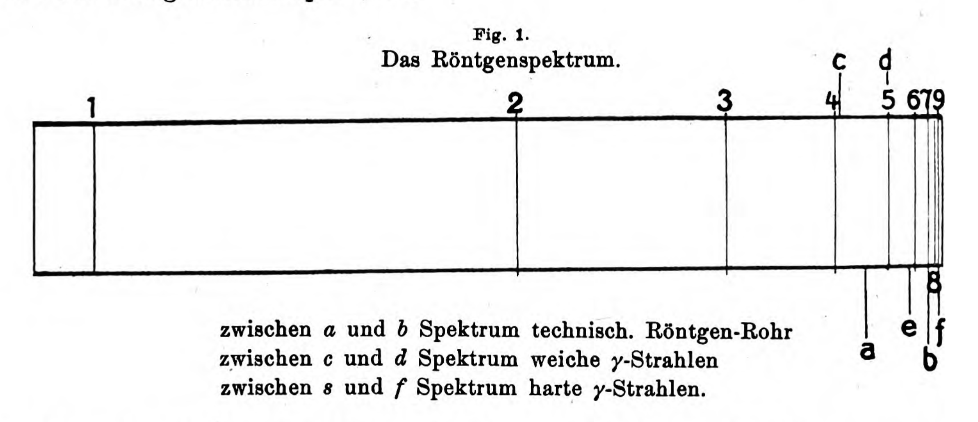
II.

Wir wissen, daß in dem von einer Röntgenröhre ausgehenden Röntgenstrahlengemisch zwei Spektren sich überlagern, das Bremsstrahlenspektrum und das Eigenspektrum der Antikathode. Das Bremsstrahlenspektrum ist ein kontinuierliches Spektrum und setzt sich zusammen aus den Röngenstrahlen, die durch die Bremsung der Kathodenstrahlen entstehen. Das Eigenspektrum der Antikathode ist ein Linienspektrum, welches dadurch zustande kommt, daß die Elektronen der Atome des Antikathodenmaterials zum Mitschwingen angeregt werden.

Das gesamte Röntgenspektrum dehnt sich nach den bisherigen Messungen aus von $\lambda = 11{,}951 \,.\, 10^{-8}$ cm (α_1 Linie von *Na*, *K*-Reihe) bis etwa $\lambda = 0{,}172 \,.\, 10^{-8}$ cm[1]). Das Spektrum dehnt sich damit über 7 Oktaven aus.[2]) Nun kommen aber die Wellenlängengebiete von $\lambda = 11{,}951 \,.\, 10^{-8}$ cm bis $\lambda = 1{,}0 \,.\, 10^{-8}$ cm, also etwa $3^1/_2$ Oktaven, praktisch nicht in Frage, da sie nur mit den feinsten physikalischen Hilfsmitteln festgestellt und außerdem in dem aus der Röhre austretenden Strahlengemisch nicht gefunden werden können. Dasjenige Spektralgebiet, das praktisch von Wichtigkeit ist, umfaßt die Wellenlängengebiete von $\lambda = 1{,}0 \,.\, 10^{-8}$ cm bis $\lambda = 0{,}172 \,.\, 10^{-8}$ cm, also etwa $3^1/_2$ Oktaven. Die letzte 7. Oktave, unter Zugrundelegung von $\lambda = 11{,}951 \,.\, 10^{-8}$ cm als Grundschwingung, umfaßt die sehr kurzen Wellenlängen von $\lambda = 0{,}18 \,.\, 10^{-8}$ cm bis $\lambda = 0{,}09 \,.\, 10^{-8}$ cm. Praktisch kommt auch sie nur in den allerseltensten Fällen in Betracht, so daß wir das Spektrum eines gewöhnlichen technischen Röntgenrohres als über $2^1/_2$ Oktaven sich ausdehnend betrachten dürfen, nämlich von $\lambda = 1{,}0 \,.\, 10^{-8}$ cm bis $\lambda = 0{,}18 \,.\, 10^{-8}$ cm, was auch mit den Messungen von Moseley und Darwin[3]) in Übereinstimmung ist.

Das Spektrum der radioaktiven Substanzen dehnt sich, soferne die „durchdringende" γ-Strahlung von Radium B und Radium C in Frage kommt, von $\lambda = 0{,}428 \,.\, 10^{-8}$ cm bis $\lambda = 0{,}072 \,.\, 10^{-8}$ cm, damit über $2^1/_2$ Oktaven aus, wobei die α_1-Linie von *Na* der *K*-Reihe des Röntgenspektrums mit $\lambda = 11{,}951 \,.\, 10^{-8}$ cm auch hier als Grundschwingung angenommen wird und damit sich das Röntgenstrahlenspektrum in das γ-Strahlenspektrum der radioaktiven Substanzen hinein erstreckt. Die „weiche" γ-Strahlnng von Radium B und Radium C hat ein Spektrum, welches die Wellenlängen $\lambda = 1{,}365 \,.\, 10^{-8}$ cm bis $\lambda = 0{,}793 \,.\, 10^{-8}$ cm umfaßt, also 1 Oktave des Röntgenstrahlenspektrums.

Fig. 1.
Das Röntgenspektrum.



zwischen *a* und *b* Spektrum technisch. Röntgen-Rohr
zwischen *c* und *d* Spektrum weiche γ-Strahlen
zwischen *e* und *f* Spektrum harte γ-Strahlen.

In Figur 1 sind diese Verteilungen in einem entsprechenden Maßstab aufgezeichnet. Die Tabelle I gibt den Überblick zu der Darstellung in Figur 1.

---

[1]) Der Wert ist den Messungen von Rutherford, Barnes und Richardson entnommen, welche die Existenz dieser kurzwelligen Endstrahlung bei etwa 175000 Volt Spannung feststellten.
Rutherford, Barnes und Richardson, Phil. Mag. 30. 1915, 339.

[2]) Das Spektrum des sichtbaren Lichtes umfaßt von den Fraunhoferschen Linien $A = 0{,}76 \,.\, 10^{-4}$ cm bis $H = 0{,}40 \,.\, 10^{-4}$ cm nicht ganz eine Oktave.

[3]) Moseley und Darwin, Phil. Mag. 26, 1913, 210.

Tabelle I.[1])

Wellenlänge λ	Linie	Oktave	Technisches Röntgenrohr	„Weiche“ γ-Strahlen *RaB* und *RaC*	„Harte“ γ Strahlen *RaB* und *RaC*
11,2 . 10^{-8} cm	1	I			
5,6 . 10^{-8} cm	2				
5,5 . 10^{-8} cm	2	II			
2,8 . 10^{-8} cm	3				
2,8 . 10^{-8} cm	3	III			
1,4 . 10^{-8} cm	4				
1,4 . 10^{-8} cm	4	IV		1,35 . 10^{-8} cm	
0,7 . 10^{-8} cm	5		1,0 . 10^{-8} cm	1 Oktave 0,70 . 10^{-8} cm	
0,7 . 10^{-8} cm	5	V	$2^1/_2$ Oktaven		
0,35 . 10^{-8} cm	6				0,428 . 10^{-8} cm
0,35 . 10^{-8} cm	6	VI			
0,18 . 10^{-8} cm	7		0,18 . 10^{-8} cm		$2^1/_2$ Oktaven
0,18 . 10^{-8} cm	7	VII			
0,09 . 10^{-8} cm	8				0,072 . 10^{-8} cm
0,09 . 10^{-8} cm	8	VIII			
0,045 . 10^{-8} cm	9				

III.

Wenn wir uns nun ein Bild über die Energieverteilung im Spektrum eines technischen Röntgenrohres machen wollen, so messen wir die Absorbierbarkeit einer Strahlung in einem Normalkörper, wie Aluminium, Bakelit oder Wasser. Wir sagen dann von der Strahlung, sie hat den Absorptionskoeffizienten k oder die Halbwertschicht a.

Haben wir es mit homogenen Strahlenbündeln, also nur einem sehr engen Spektralbereich zu tun, wobei die Wellenlängen um etwa $10^0/_0$ differieren können, so sind, wie leicht klar wird, die Werte von k und a eindeutig. Einem bestimmten Wert von k und von a kann immer nur ein ganz bestimmtes Strahlenbündel zugeordnet werden. Wenn wir es dagegen mit einem heterogenen Strahlenbündel zu tun haben, so gewinnen wir durch die Werte von k und a einen Mittelwert des „Durchdringungsvermögens“ der betreffenden Strahlung, wir sprechen von mittlerer „Härte“. Haben wir es mit einer Strahlung zu tun, welche einen sehr großen mittleren Absorptionskoeffizienten k beziehungsweise eine sehr kleine Halbwertschicht a hat, so stellen wir uns vor, daß das Strahlengemisch in der Hauptsache aus sehr langwelligen Komponenten besteht und bezeichnen dieses Strahlengemisch als „weich“. Wir ordnen damit dem heterogenen Strahlengemisch einen mittleren Absorptionskoeffizienten beziehungsweise eine Halbwertschicht zu, welche gleich ist dem Absorptionskoeffizienten beziehungsweise der Halbwertschicht einer homogenen Strahlung, die die gleiche Intensitätsschwächung $\frac{J_1}{J_0}$ erleidet und deren Absorptionskoeffizient k beziehungsweise deren Halbwertschicht a sich aus der Gleichung 1 ergibt:

$$J_1 = J_0 \cdot e^{-k \cdot dx}. \qquad (1)$$

In der gleichen Weise messen wir andere Strahlengemische und bezeichnen sie in entsprechender Weise als „mittelhart“, „hart“ und „sehr hart“, je nach dem ihr Absorptionskoeffizient k größer oder kleiner, beziehungsweise ihre Halbwertschicht a kleiner oder größer ist.

Die „Härte“messungen der Röntgenstrahlen beruhen also, sofern wir die Begriffe Absorptionskoeffizient k oder Halbwertschicht a verwenden, auf Absorptionsmessungen. Auf Grund seiner Absorptionsfähigkeit wird ein Strahlenbündel charakterisiert.

[1]) In der Figur 1 ist die α_1-Linie von *Na* der *K*-Reihe $\lambda = 11{,}2 \cdot 10^{-8}$ cm als Grundschwingung zugrunde gelegt. Linie 1. Die folgenden Linien 2, 3, 4, 5 . . . 9 sind die Begrenzungslinien der aus dieser Grundschwingung resultierenden Oktaven.

Nun zeigen uns die Erscheinungen der Sekundärstrahlungen der Röntgenstrahlen[1]), daß wir den Begriff der Absorption in zwei Teile zerfallen lassen müssen und daß wir unterscheiden müssen zwischen normaler und selektiver Absorption. Normale Absorption haben wir solange, als nicht die betreffenden absorbierenden Körper zu ihrer Eigenstrahlung angeregt werden, wobei die Bedingung erfüllt sein muß; daß die Wellenlänge der Erregerstrahlung größer ist als die Wellenlänge der betreffenden absorbierenden Substanz, wie sich aus Gleichung 2 ergibt.

$$\lambda \leqq \lambda_0 . c, \qquad (2)$$

wobei λ die Wellenlänge der Primärstrahlung, λ_0 die Wellenlänge der Eigenstrahlung und c eine Konstante darstellen. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so tritt selektive Absorption ein, das Absorptionsvermögen des betreffenden Stoffes weist eine sprunghafte Änderung auf. Diese sprunghafte Änderung des Absorptionsvermögens eines Stoffes hängt mit dem Auftreten der Eigenstrahlung zusammen. Weist ein Stoff mehrere Gruppen von Eigenstrahlung auf, wie dies auch tatsächlich zutrifft, so weist natürlich auch das Absorptionsvermögen des Stoffes mehrere derartige sprunghafte Veränderungen auf. Infolge der großen Heterogenität der primären Röntgenstrahlung tritt fast bei allen Stoffen neben der normalen Absorption auch selektive Absorption ein.

Daraus wird klar, daß die Begriffe „sehr weich", „weich", „mittelhart", „hart" und „sehr hart" nur relative Begriffe sind, eben bezogen auf die Normalkörper mit normaler Absorption. Es hängt, wie wir damit sehen, ganz von den Erscheinungen der Absorption ab, ob eine Strahlung bei einem Körper „härter" oder „weicher" erscheint. Es können bei einem selektiv absorbierenden Körper einer bestimmten Absorption unter Umständen ganz verschiedene Strahlenarten entsprechen und ein und dieselbe Strahlung kann, je nach dem absorbierenden Körper, „härter" oder „weicher" erscheinen.[2]) Um uns ein für alle vorkommenden Fälle korrektes Bild eines Röntgenstrahlengemisches zu verschaffen, müssen wir an Stelle der relativen Begriffe „weich", „mittelhart", „hart" usw. neue absolute Begriffe einführen. Diese neuen Begriffe müssen den optischen Verhältnissen in allen Fällen entsprechen, wobei die Charakterisierung von Röntgenstrahlenbündeln mittels der neuen Begriffe sich natürlich auf einwandfreie Meßmethoden stützen muß.[3])

IV.

Die einzig richtige Charakterisierung eines Röntgenstrahles ist bekanntlich auf Grund der elektromagnetischen Auffassung der Röntgenstrahlen die Charakterisierung durch Wellenlängen. Damit tritt an die Stelle des Begriffes „Härte", der relativ ist, der Begriff „Wellenlängewert".

Haben wir es nun mit einer homogenen Strahlung zu tun, so ergibt die „Wellenlängenwertbestimmung" einen „Wellenlängenwert" $\lambda = n . 10^{-m}$ cm. Legen wir den „Wellenlängenwert" durch den Absorptionskoeffizienten k oder die Halbwertschicht a fest, so sagen wir in Zukunft, die Strahlung hat einen „Wellenlängenwert" mit dem Absorptionskoeffizienten k oder

[1]) cf. Voltz, Die sekundären Strahlungen der Röntgenstrahlen und der γ-Strahlen der radioaktiven Substanzen. Strahlentherapie Bd. 8.

[2]) Ein typisches Beispiel hierfür sind auch die von dem Verfasser angestellten und veröffentlichten Versuche über Härtemessungen. Cf.

Voltz, Über sekundäre Wirkungen der Röntgenstrahlen. Phys. Zeitschrift 17, 1916, 532.

Ein Röntgenstrahlengemisch wird mit einem Wehneltkeil einmal an einem Bariumplatinzyanürschirm, ein zweites Mal an einem Astralschirm und endlich an einem Ossalschirm gemessen. Es ergeben sich große Härteunterschiede. Das Gemisch erscheint härter am Ossalschirm als am Astralschirm und hier härter als am Bariumplatinzyanürschirm. Die Ursache dafür liegt in der verschiedenen Absorptionsfähigkeit der fluoreszierenden Massen für ein und dasselbe Strahlengemisch.

[3]) cf. Voltz, Ziele und Probleme der Röntgenstrahlenmeßtechnik. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen 24, 1916, H. 2, 3, 4. — Glocker, Die Meßmethoden der Röntgenstrahlen. Phys. Zeitschrift 18, 1917, 302.

der Halbwertschicht a. Damit haben wir sowohl den Begriff der Strahlung, als auch ihren Charakter absolut und eindeutig festgelegt.

Arbeiten wir mit heterogenen Strahlenbündeln, wie es in den meisten Fällen zutrifft, so ergibt die „Wellenlängenwertbestimmung" einen mittleren „Wellenlängenwert", den „Wellenlängenmittelwert". Legen wir hier den Charakter der Strahlung ebenfalls wieder durch den Absorptionskoeffizienten k, also einen mittleren Absorptionskoeffizienten, beziehungsweise entsprechend durch die Halbwertschicht a fest, so sagen wir in Zukunft, die Strahlung hat einen „Wellenlängenmittelwert" mit dem mittleren Absorptionskoeffizienten k oder der Halbwertschicht a. Damit haben wir auch bei dem heterogenen Strahlenbündel den Begriff der Strahlung und ihren Charakter absolut festgelegt.

Die beiden Definitionen „Wellenlängenwert" einerseits und „Wellenlängenmittelwert" andererseits deuten ferner genau an, daß wir es im einen Falle mit homogenen Strahlen, im anderen Falle mit heterogenen Strahlen zu tun haben.

Wir haben in Abschnitt III ausgeführt, daß der mittlere Absorptionskoeffizient k beziehungsweise die Halbwertschicht a besagt, daß die betreffende Röntgenstrahlung den gleichen Intensitätsverlust $\frac{J_1}{J_0}$ erleidet, wie eine entsprechende homogene Strahlung, deren Absorptionskoeffizient k beziehungsweise deren Halbwertschicht a sich aus der Gleichung 1 berechnen läßt.

Nun zeigen neuere Versuche von Kossel und Siegbahn[1]), daß bei normal absorbierenden Stoffen und homogener Strahlung zwischen der Wellenlänge λ und dem Absorptionskoeffizienten k, beziehungsweise der Halbwertschicht a ein Zusammenhang besteht von der Form:

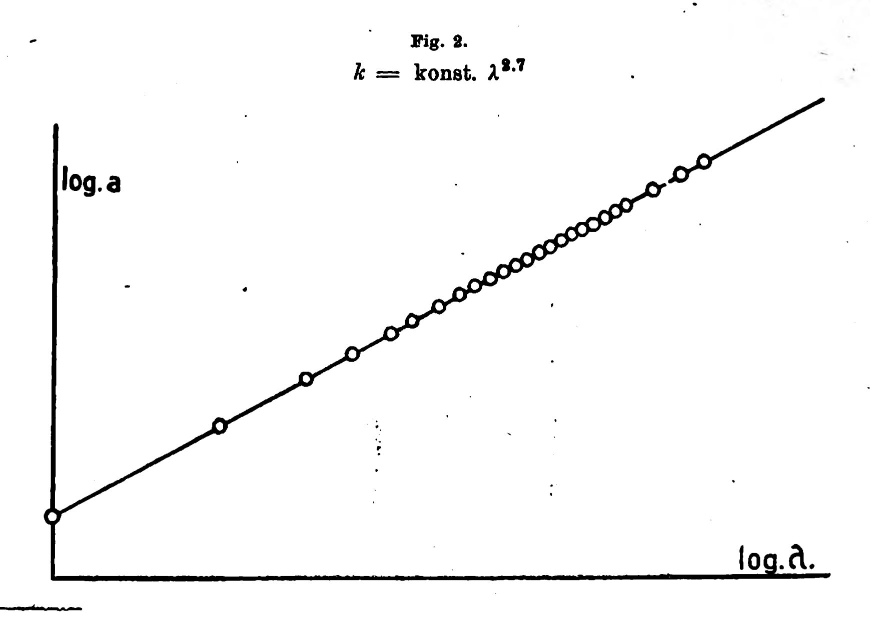
$$1.\quad k = \text{konst.}\ \lambda^{2.7} \tag{3}$$

$$2.\quad a = \frac{0.693}{\text{konst.}\ \lambda^{2.7}}$$

Wir können daher für homogene Strahlungen jedem Absorptionskoeffizienten k, beziehungsweise jeder Halbwertschicht a eine bestimmte Wellenlänge λ exakt zuordnen.

Auf Grund dieser Beziehung wurde die nachfolgende Tabelle II gewonnen. Die einzelnen Werte können sowohl aus der Gleichung 3 rechnerisch ermittelt, als auch graphisch erhalten werden aus der üblichen Darstellung des Logarithmus der Halbwertschicht a gegen den Logarithmus der Wellenlänge λ, wobei die Linie der Halbwertschichten in Form einer Geraden verläuft infolge der rein exponentiellen Funktion zwischen beiden, wie die Figur 2 zeigt.

Fig. 2.
$k = \text{konst.}\ \lambda^{2.7}$



[1]) Kossel und Siegbahn, Phys. Zeitschrift 15, 1914, 754.

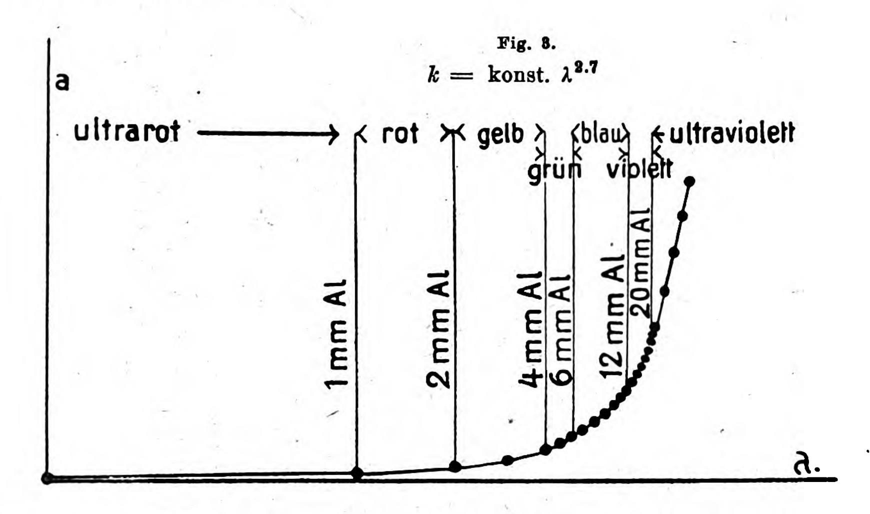
Tabelle II.

Oktave	Linie der Oktave	Linie der Reihe	Halbwert a mm Al	Wellenlänge λ $n . 10^{-8}$ cm	Logarithmus des Halbwertes log a	Logarithmus der Wellenlänge log λ	Farbenwert
IV	zwischen 4 und 5	1^0	0.25	$1.0 . 10^{-8}$	0.39794—1	0.00000	ultrarotes Röntgenlicht
V	5	2^0	1.00	$0.5975 . 10^{-8}$	0.00000	0.77634—1	rotes Röntgenlicht
		3^0	2.00	$0.4621 . 10^{-8}$	0.30103	0.66475—1	
		4^0	3.00	$0.3978 . 10^{-8}$	0.47712	0.59970—1	gelbes Röntgenlicht
VI	6	5^0	4.00	$0.3576 . 10^{-8}$	0.60206	0.55347—1	
		6^0	5.00	$0.3293 . 10^{-8}$	0.69897	0.51761—1	grünes Röntgenlicht
		7^0	6.00	$0.3093 . 10^{-8}$	0.77815	0.49032—1	
		8^0	7.00	$0.2907 . 10^{-8}$	0.84510	0.46355—1	blaues Röntgenlicht
		9^0	8.00	$0.2767 . 10^{-8}$	0.90309	0.44209—1	
		10^0	9.00	$0.2659 . 10^{-8}$	0.95424	0.42317—1	
		11^0	10.00	$0.2548 . 10^{-8}$	1.00000	0.40624—1	
		12^0	11.00	$0.2444 . 10^{-8}$	1.04139	0.38804—1	
		13^0	12.00	$0.2382 . 10^{-8}$	1.07918	0.37694—1	
		14^0	13.00	$0.2307 . 10^{-8}$	1.11394	0.36308—1	violettes Röntgenlicht
		15^0	14.00	$0.2250 . 10^{-8}$	1.14613	0.35217—1	
		16^0	15.00	$0.2192 . 10^{-8}$	1.17609	0.34088—1	
		17^0	16.00	$0.2137 . 10^{-8}$	1.20412	0.32971—1	
		18^0	17.00	$0.2094 . 10^{-8}$	1.23045	0.32097—1	
		19^0	18.00	$0.2050 . 10^{-8}$	1.25527	0.31179—1	
		20^0	19.00	$0.2005 . 10^{-8}$	1.27875	0.30209—1	
		21^0	20.00	$0.1971 . 10^{-8}$	1.30103	0.29486—1	
VII	7	22^0	25.00	$0.1815 . 10^{-8}$	1.39794	0.25900—1	ultraviolettes Röntgenlicht
		23^0	30.00	$0.1694 . 10^{-8}$	1.47712	0.22970—1	
		24^0	35.00	$0.1603 . 10^{-8}$	1.54407	0.20493—1	
		25^0	40.00	$0.1525 . 10^{-8}$	1.60206	0 18347—1	

Tragen wir nun weiter die Wellenlängen auf der Abszisse eines Koordinatensystems auf und tragen wir die entsprechenden Halbwertschichten als Ordinaten ein, so erhalten wir für das Zunehmen der Halbwertschichten mit dem Kleinerwerden der Wellenlängen die Kurve, welche in Figur 3 aufgezeichnet ist.

Fig. 3.

$k =$ konst. $\lambda^{2.7}$



Die Kurve erstreckt sich über das Spektralgebiet eines technischen Röntgenrohres über $2^1/_2$ Oktaven von $\lambda = 1.0 . 10^{-8}$ cm entsprechend einer Halbwertschicht $a = 0.25$ mm Al. bis $\lambda = 0.1525 . 10^{-8}$ cm, entsprechend einer Halbwertschicht $a = 40.00$ mm Al. Diesen Spektralbezirk können wir ebenso, wie wir das Spektrum des sichtbaren Lichtes durch die einzelnen Farben einteilen, in Unterabteilungen zerlegen, die wir speziell bezeichnen.

Wir wollen das Spektralgebiet von $\lambda = 11.2 . 10^{-8}$ cm — Linie 1 der Oktave I — bis $\lambda = 0.6 . 10^{-8}$ cm — Linie 2° der Reihe — als das „ultrarote Röntgenlicht" bezeichnen. Im Gebiete des Spektrums eines technischen Röntgenrohres kommen die Halbwertschichten 0.25 mm Al bis 1.0 mm Al in Betracht. Das Spektralgebiet von $\lambda = 0.5975 . 10^{-8}$ cm — Linie 2° der Reihe — bis $\lambda = 0.4621 . 10^{-8}$ cm — Linie 3° der Reihe — ist demgemäß das Gebiet des „roten Röntgenlichtes". Ihm entsprechen die Halbwertschichten 1.00 mm Al bis 2.00 mm Al. Das Spektralgebiet von $\lambda = 0.4621 . 10^{-8}$ cm — Linie 3° der Reihe — bis $\lambda = 0.3576 . 10^{-8}$ cm — Linie 5° der Reihe — ist das Gebiet des „gelben Röntgenlichtes". Es gehören hierzu die Halbwertschichten 2.00 mm Al bis 4.00 mm Al. Weiter bezeichnen wir das Spektralgebiet von $\lambda = 0.3576 . 10^{-8}$ cm — Linie 5° der Reihe — bis $\lambda = 0.3093 . 10^{-8}$ cm — Linie 7° der Reihe — als das „grüne Röntgenlicht". Es kommen hierfür in Betracht die Halbwertschichten 4.00 mm Al bis 6.00 mm Al. Das Spektralgebiet von $\lambda = 0.3093 . 10^{-8}$ cm — Linie 7° der Reihe — bis $\lambda = 0.2382 . 10^{-8}$ cm — Linie 13° der Reihe — bezeichnen wir als das „blaue Röntgenlicht". Hier entsprechen die Halbwertschichten 6.00 mm Al bis 12.00 mm Al. An das „blaue Röntgenlicht" reiht sich das „violette Röntgenlicht". Es umfaßt die Wellenlängen von $\lambda = 0.2382 . 10^{-8}$ cm — Linie 13 der Reihe — bis $\lambda = 0.1971 . 10^{-8}$ cm — Linie 21° der Reihe. Im entsprechen die Halbwertschichten von 12.00 mm Al bis 20 mm Al. Den Beschluß dieser Unterableitungen macht das „ultraviolette Röntgenlicht". Es dehnt sich aus von den Wellenlängen $\lambda = 0.1971 . 10^{-8}$ cm — Linie 21° der Reihe — bis $\lambda \doteq 0.1525 . 10^{-8}$ cm — Linie 25° der Reihe und darüber hinaus bis zu den kürzesten Wellenlängen der γ-Strahlen des Radium B und Radium C. Dem Spektralgebiet entsprechen die Halbwertschichten von 20 mm Al bis 40 mm Al und darüber hinaus.

Wir sprechen also in Zukunft bei homogenen Strahlen nicht mehr von sehr weichem Röntgenlicht, sondern von rotem Röntgenlicht, nicht mehr von weichen Röntgenstrahlen, sondern von gelben Röntgenstrahlen, nicht mehr von mittelharten, sondern von grünen Röntgenstrahlen, nicht mehr von harten Röntgenstrahlen, sondern von blauen Röntgenstrahlen, nicht mehr von sehr harten Röntgenstrahlen, sondern von violetten Röntgenstrahlen, nicht mehr von ultraharten Röntgenstrahlen, sondern von ultravioletten Röntgenstrahlen.

Damit haben wir eine absolute Charakterisierung homogener Röntgenstrahlenbündel erhalten; diese neuen Begriffe entsprechen den optischen Verhältnissen und geben auch dem Praktiker ein für alle Fälle klares Bild.

Haben wir es mit heterogenen Strahlenbündeln zu tun, so definieren wir gleichfalls auf Grund des Absorptionskoeffizienten k oder der Halbwertschicht a dieser Strahlen das betreffende Strahlenbündel als rotes, gelbes, grünes, blaues, violettes oder ultraviolettes Röntgenlicht und drücken damit aus, daß das jeweilige Energiemaximum in dem betreffenden Spektralgebiet liegt und daß wir damit mit den Verhältnissen dieses Spektralgebietes zu rechnen haben. Wir wissen aus den Untersuchungen über die Eigenstrahlungen der Elemente genau, in welchen Wellenlängenbereichen die Körper selektive Absorptionsgebiete aufweisen. Der Praktiker kann dann aus entsprechenden Tabellen[1]) entnehmen, die und die Körper absorbieren selektiv im roten Röntgenlicht, die und die Körper im blauen Röntgenlicht usw. Er gewinnt damit ein anschauliches Bild von den Verhältnissen in einem Röntgenstrahlengemisch. Zugleich sind diese Bilder absolut und entsprechen den optischen Verhältnissen.

Während die Begriffe weich, mittelhart, sehr hart usw. nur in Bezug auf die Absorption der Strahlen im Normalkörper richtig sind, wird durch die neuen Begriffe jedem homogenen oder heterogenen Strahlengemisch ein bestimmter Platz im Spektrum zugewiesen und aus der Stellung des Bündels im Spektrum können wir dann die weiteren Folgerungen ziehen.

Die neuen Definitionen, die als absolute Begriffe eingeführt werden, sind damit die folgenden:

---

[1]) Solche Tabellen werde ich in einer weiteren Arbeit an dieser Stelle veröffentlichen.

Alte relative Bezeichnung	Neue absolute Bezeichnung
Härte	Wellenlängenwert
mittlere Härte	Wellenlängenmittelwert
Härtemessung	Wellenlängenwertmessung
—	ultrarotes Röntgenlicht
sehr weiches Licht	rotes Röntgenlicht
weiches Licht	gelbes Röntgenlicht
mittelhartes Licht	grünes Röntgenlicht
hartes Licht	blaues Röntgenlicht
sehr hartes Licht	violettes Röntgenlicht
ultrahartes Licht	ultraviolettes Röntgenlicht

Zusammenfassung.

Es wird gezeigt, wie das Röntgenspektrum sich über einen sehr großen Wellenlängenbereich ausdehnt, wovon das Spektrum eines technischen Röntgenrohres nur ein kleiner Teil ist. Im Zusammenhang damit wird gezeigt, daß die bisher gebräuchlichen Charakterisierungen von Röntgenstrahlen relative sind und nicht für alle Fälle zutreffen. An Stelle der alten Charakterisierungen eines Röntgenstrahlenbündels nach Härtegraden werden neue Bezeichnungen eingeführt, die den optischen Anschauungen über die Röntgenstrahlengemische entsprechen und dem Praktiker ein für alle Fälle anschauliches Bild geben.

(Aus der chirurgischen Abteilung der kantonalen Krankenanstalt Aarau.)

Neue Fälle von Varietäten der Handwurzel und des Fußgelenkes.

a) Os Trigonum traumaticum?
b) Os sub tibiale.

Von

Dr. **Eugen Bircher,** Chefarzt.

(Hierzu Tafel V, Fig. 1—6.)

In rastloser, gründlicher, viel zu wenig gewürdigter und geschätzter Arbeit hat Pfitzner in Straßburg, lange vor der Entdeckung der Röntgenstrahlen, die verwickelten und doch sehr interessanten Verhältnisse der Anatomie des Handgelenkes festgelegt. Er war in der Lage, die scheinbar einfache Anatomie der acht bekannten Handwurzelknochen durch den Nachweis zahlreicher weiterer Knochenbildungen, den sogenannten Varietäten, im ganzen dreizehn neue Knöchelchen, wesentlich zu erweitern. Die Ära der röntgenologischen Untersuchungen konnte darnach für einen großen Teil seiner Untersuchungen dieser variierenden Handwurzelknochen die Bestätigung ihres wenn auch seltenen Vorhandenseins erbringen. Allerdings sind lange noch nicht alle von ihm gefundenen Varietäten im Röntgenbilde bestätigt worden, so wünschbar dies auch wäre.

Man kann sich des Eindruckes nicht erwehren, daß bei einer genauen Durchsicht der Röntgenbilder, speziell bei größeren Reihen, da und dort unentdeckt gebliebene Varietäten zutage kommen werden, deren Kenntnis wenigstens für den Chirurgen und den Begutachter differentialdiagnostisch doch nicht so ganz wertlos sein dürfte, und deren Publikation dringend wünschbar ist.

Die komplizierten Verhältnisse der Navikularefraktur und Lunatumluxation haben doch zur Genüge erwiesen, wie kompliziert häufig die Verhältnisse mit der Handwurzel liegen, wie schwierig oft deren Deutung ist und wie diese durch das Auftreten von Varietäten noch wesentlich erschwert werden kann.

Wir haben in ganz kurzer Zeit hintereinander Gelegenheit gehabt, derartige Varietäten zu beobachten, wovon die eine an der Hand schon in einigen Fällen beschrieben, die andere am Fuße noch keine Beschreibung erfahren hat. Gerade aber in der Beurteilung der Unfallfolgen ist die genaue Kenntnis derartiger Varietäten von größter Wichtigkeit und Bedeutung.

Die beiden Fälle sind folgende.

G. D., 20jähriger Müller, Militärpatient. Pat. fiel mit 11 Jahren von einer Leiter der Heubühne auf den Zementboden in der Tenne, wobei er das Handgelenk gebrochen haben soll, und deswegen mit einem Gipsverband behandelt wurde. Vor einem Jahre Verstauchung des linken Handgelenkes nach einem Falle mit einem Mehlsack. Vor 14 Tagen beim „Liegen", wobei auf die linke ausgestreckte Hand gestützt wurde, entstanden im Handgelenk sofort Schmerzen, ferner eine Schwellung auf dem Handrücken. Tat noch 4 Tage weiter Dienst, bis er das Krankenzimmer aufsuchte. Über der Strecksehne des linken Zeigefingers entwickelte sich eine bleistiftdicke, 3 cm lange Geschwulst, die über dem Handgelenke lag.

Status: Blasser junger Mann. In der Sehnenscheide des rechten Extensor digitorum und Extensor indicis findet sich eine 3 cm lange, bleistiftdicke, scharfabgegrenzte, knorpelige Geschwulst, die von mehreren Rillen durchzogen ist und in der Sehnenscheide nach jeder Richtung 2 cm hin- und herbewegt werden kann.

1. XII. 16 wird in Lokalanästhesie die Geschwulst entfernt, die sich als ein dünnwandiges Hygrom darstellt. Daran anschließend tritt ein Jodekzem auf.

26. XII. 16. Die Beschwerden und Schmerzen bestehen noch immer wie vor der Operation. Speziell die Volarflexion zeigt eine Schmerzhaftigkeit im Processus styloideus ulnae.

Das Röntgenbild ergibt folgenden Befund:

Dorsovolar. Radius o. B. An der Ulna fehlt der Processus styloideus. Die Ulna zeigt an ihrem äußeren Ende eine deutliche, rinnenförmige Auskerbung, distal der Ulna findet sich ein 1 cm langes, ovales Gebilde von ovaler Form, das einen schönen Knochenaufbau zeigt und in die rinnenförmige Auskerbung der Ulna passen dürfte.

Radioulnare Aufnahme. Die Kerbe ist in der Ulna nicht sicht- und nachweisbar, der Processus styloideus wird vom Triquetrum zugedeckt. Dagegen ist das außerordentlich starke Vortreten und die Größe des Pisiforme auffällig.

Ulnoradial. Das Pisiforme tritt ebenfalls stark hervor. Der ovale Styloideus ist vorhanden, die Kerbe am distalen Ulnaende ebenfalls.

Volardorsal zeigt keine Besonderheiten. (Fig. 2.)

Rechte Hand o. B.

5. I. 17. Operation: Längsschnitt über der Ulna.

Flexor carpi ulnaris wird beiseite geschoben. Das Knochenstück liegt in Periost und bindegewebige Massen eingebettet, ohne mit der Ulna im Zusammenhang zu stehen. Das Stückchen wird herausgeschält und entfernt. Keine Beziehungen zur Gelenkhöhle, Kerben usw. Funktionelles Resultat in jeder Beziehung.

Histologischer Befund: Der Processus styloideus zeigt sehr schmale Knochenbälkchen von lamellarem Bau mit ziemlich spärlich regelmäßigen, mittelgroßen Knochenkörperchen.

Auf der Knochenseite der Bälkchen vielfach eine Lage gleichgroßer Osteoblasten, und stellenweise reichlich Osteoblasten in Howship'schen Lacunen. Zwischen den Knochenbälkchen Fettmark. Der Knochen wird ringsum von einer Lage von Knorpel umgeben. Der ziemlich starke Knochenanbau durch Osteoblasten und der Anbau durch Osteoblasten lassen darauf schließen, daß es sich um einen relativ frischen Prozeß handelt.

Das Röntgenbild zeigt klar, daß es sich nicht um einen frischen Prozeß handelt, sondern daß wir es hier mit einer alten, abgelaufenen Knochenveränderung zu tun haben.

Eine Verwechslungsmöglichkeit mit dem Triangulare oder Intermedium antebrachii nach Pfitzner wäre ohne weiteres gegeben, und wird auch von Grashey in seinem Atlas, ein ganz ähnliches Bild wie das unsere, als dies angesehen. Auch von Fischer wird mit Recht darauf aufmerksam gemacht, wie häufig es sich um einen abgerissenen Processus styloideus handle, der die knorpelige Anlage des Triangulare assimiliert habe. Auch in vorliegendem Falle kann mit einem solchen Vorgange wohl gerechnet werden, denn der erste Unfall fand mit 11 Jahren statt, einem Alter, in dem der Kern des Processus styloideus allerdings zum Vorschein gekommen ist: Ein eigentliches Triangulare dürfte also nicht bestehen und es sich meist um Vorgänge traumatischer Natur handeln, wie sich dies auch in unserem Falle erweisen ließ.

Unter unserem reichhaltigen Röntgenmaterial, das wir daraufhin durchgegangen haben, haben wir nun noch einen ähnlichen Fall auffinden können. Das Röntgenbild des 17 jährigen Burschen zeigt auf den ersten Blick nicht die geringsten Veränderungen. Der junge Mann wurde uns ambulant zur Untersuchung zugewiesen, die die Funktion seiner Hand sich nicht vollkommen, speziell in Abduktion und Volarflexion, ausführen ließ. Er hatte vor mehreren Jahren eine Fraktur des Vorderarmes erlitten, war sachgemäß behandelt worden, aber trotzalledem eine Einschränkung in der Beweglichkeit der Hand davongetragen hatte. Klinisch war an den Knochen der Hand nichts nachzuweisen. Die Beweglichkeit war etwas eingeschränkt. Eine deutliche Druckempfindlichkeit bestand direkt über dem Ende der Ulna am Processus styloideus.

Das Röntgenbild zeigt am Radius Verdickungen der Kortikalis, die auf eine abgelaufene Fraktur schließen lassen. Median am Processus styloideus gegen das Triquetrum und Pisiforme zu, findet sich ein 2 mm großer Knochenkern, der als Intermedium sive triangulare angesprochen werden muß. (Fig. 3.)

Ein Defekt an der Ulna kann nicht nachgewiesen werden, doch ist er wahrscheinlich.

Auch diese Beobachtung weist unzweideutig darauf hin, daß das Auftreten der Os triangulare wohl am häufigsten mit einem Trauma in Zusammenhang zu bringen ist, und dessen nichttraumatisches Auftreten im Röntgenbilde noch nicht genügend festgestellt ist.

Schon schwieriger in seiner Deutung ist der folgende Fall.

Es handelt sich ebenfalls um einen 29 jährigen Militärpatienten, der am 23. VIII. bei einer Patrouillenübung einen Fehltritt tat, wobei sofort heftige Schmerzen im Fuße auftraten, die zwei Tage anhielten und sich rasch besserten.

Der unterste Teil des Malleolus internus des linken Fußes zeigte sich stark druckempfindlich, wobei ein kleines, gut bewegliches Knochenstücklein konstatiert werden konnte.

Das Röntgenbild zeigt an beiden Füßen unterhalb des Malleolus ein 1 cm langes und 8 mm dickes Knochenstück mit einem Intervall von 2—3 mm vom Malleolus internus abstehend. Das Stück ist von dreieckig ovaler Form.

Die seitliche Aufnahme zeigt keine Besonderheiten. Dagegen zeigt die Aufnahme des rechten Fußes ein ähnliches Stückchen, nur weniger dreieckig und mehr in die Länge gezogen. Klinisch war auch in wenigen Tagen Heilung eingetreten. (Fig. 4 u. 6.)

Ohne näheres Zusehen und Kontrollaufnahme hätte man ohne weiteres auf eine Abrißfraktur des Malleolus schließen können; hat es sich um eine schon weiter zurückliegende Affektion gehandelt, so hätte man eine Verknöcherung im Ligamentum calcaneo-tibiale annehmen können. Grashey spricht von einem solchen Falle.

Nach dem klinischen, wie auch dem Röntgenbefunde, ist dies aber völlig auszuschließen. Die Frage, die zu prüfen ist, kann nur die sein, handelt es sich um eine Skelettvarietät, ein Sesambein, oder um eine sogenannte Kompaktainsel.

Nach dem von Pfitzner so einläßlich geprüften Fußskelett kann es sich nicht um eines der bis jetzt bekannten Sesambeine des Fußgelenkes handeln. Es kann weder als Trochlea fibrocartilaginea, noch als Tibiale externum, noch als Sesamum tibiale anticum oder als Sesamum peroneum betrachtet werden.

Seine Lage paßt zu keinem einzigen der erwähnten Sesamoide. Als Kompaktainsel kommt er auch nicht in Betracht, da es selbständig unabhängig von einem der benachbarten Knochen aufgetreten ist. So bleibt nichts anderes übrig, als das Gebilde als ein selbständiges Sesamoid im Ligamentum calcaneo-tibiale aufzufassen, und es mit dem Namen Os subtibiale zu bezeichnen.

Das beidseitige Auftreten läßt wohl eine frühere traumatische Affektion ausscheiden, und es ist zu erwarten, daß die Anatomie und die Entwicklungsgeschichte diesen neuen Befund bestätigen werden.

Wenn man die Röntgenplatten früherer Jahrgänge durchgeht, so findet man ohne Zweifel diese Varietät ebenfalls, wie dies auch uns ergangen ist.



Wir haben schon früher zwei ähnliche Fälle beobachtet, sie aber damals nicht genau deuten können. Es handelte sich in dem einen Falle um einen 35 jährigen Mann, der wegen Verdacht auf Tuberkulose der Röntgenuntersuchung unterworfen wurde, wobei sich folgendes Bild zeigte: Fuß von normaler Konfiguration unterhalb des normal geformten Malleolus internus findet sich eine mäßige Druckempfindlichkeit.

Das Röntgenbild zeigt unterhalb des sonst normalgebildeten Malleolus internus einen haselnußgroßen Knochenschatten von 12 mm Höhe, 8 mm Breite. Der Schatten ist scharf von dem vorderen und hinteren Schatten der Malleolen der Tibia abzugrenzen. Das Bild (Fig. 5) zeigt sehr deutlich die beiden Artikularfortsätze des Malleolus, mit schönem, scharf konturierten Rand; es kann sich also nicht um eine Absprengung oder Frakturbildung an dieser Stelle handeln, sondern um eine selbständige Bildung, die entweder in der Keimanlage angeboren ist, oder dann in der frühesten Jugendzeit durch einen Abriß zustande kommen kann.

Wir möchten nicht vollständig ausschließen, daß an dieser Stelle frakturlose Callusbildungen bzw. Knochenbildungen nachkommen können. So besitzen wir ein Bild von einem 25 jährigen Mann, bei dem ein 8 mm langgezogener Schatten an der Stelle des Ligamentum calcaneo-tibiale sich 24 Tage nach einer zugezogenen Distorsio pedii gebildet hatte, der als eine solche Bildung angesprochen werden dürfte. Da es sich um einen unbekannten Fall handelt, so fehlen leider bei dem aus dem Jahre 1906 stammenden Bilde die näheren Angaben.

Herr Kollege Hämig in Zürich hatte die Freundlichkeit, uns das Bild eines ähnlichen Falles, den er beobachtete, zur Verfügung zu stellen, aus dem hervorgeht, daß die Varietät in der Tat vorhanden ist, und bei der Deutung des Röntgenbildes damit gerechnet werden muß.

Wenn das Os trigonum an der Hand wohl in den meisten Fällen als traumatischer Natur angesprochen werden muß, was in der Unfallpraxis nicht bedeutungslos erscheinen dürfte, so können wir das von uns zum ersten Male — wenn auch wohl nicht zum ersten Male beobachtete — beschriebene Os sub tibiale als nicht traumatischer Natur den Varietäten zuweisen, wobei darauf aufmerksam gemacht werden muß, daß Verknöcherungen, die am Ligamentum calcanea-tibiale auftreten, damit nicht verwechselt werden dürfen. Anamnese und Röntgenbild lassen hierbei ohne weiteres die Entscheidung fallen. Das Os sub tibiale zeigt immer eine deutliche, scharfe Konturierung, während die Verknöcherungen der Bänder unscharf und undeutlich konturiert und begrenzt sind, und wie wir kürzlich beobachten konnten, neben nicht distal des Malleolus liegen.

Nachdem unsere Mitteilung schon an die Redaktion dieser Zeitschrift abgegangen war, gelangen wir in den Besitz eines Falles, der uns zeigt, daß das Auftreten eines Os triangulare als Folge einer ossifikatorischen Entwicklungsstörung auftreten kann.

Es handelt sich in diesem Falle um eine der ersten Beobachtungen von Kachexia thyreoprivei, die von Kocher gemacht wurde, um den jetzt 60 jährigen Albert Gerspacher, der im Jahre 1883 in Solothurn total strumektomiert worden war und jetzt noch trotz mehrfacher Organtherapie das ausgesprochene Bild des Myxoedema postoperativum aufweist.

An beiden Händen ist dieses Os triangulare als kaum linsenkopfgroßer Schatten nachzuweisen, während der Processus styloideus ulnae vollständig fehlt, d. h. die Verwachsung nicht zustande gekommen ist. Da die Veränderung beidseits aufgetreten ist, so dürfte es sich kaum um eine traumatische Veränderung handeln, sondern es würde die Beobachtung darauf hindeuten, daß das Triangulare doch als ursprüngliche Anlage des Processus styloideus ulnae zu gelten hätte, auf traumatischem Wege, oder durch eine Entwicklungsstörung zum Auftreten gebracht werden kann. (Fig. 1.)

Correspondenz[1]).

Deutsche Röntgen-Gesellschaft.

Der Ausschuß der D. R.-G. hat beschlossen, die vor dem Kriege festgesetzten Mindestpreise für ärztliche Untersuchungen mittels Röntgenstrahlen zu erhöhen. Die Berechnung soll in Zukunft nur noch nach den aufzunehmenden Körperteilen erfolgen.

Die Sätze sind für:

a) einzelne Finger oder Zehen	M. 6,—,
b) Mittelhand, Mittelfuß, ein bestimmter Teil des Gebisses	M. 7,50,
c) Hand, Fuß, Vorderarm, Ellbogen, Oberarm, Unterschenkel	M. 12,—,
d) Schulter, Knie, Oberschenkel, Hüfte, ein bestimmter Teil der Wirbelsäule	M. 15,—,
e) Kopf, ein bestimmter Teil des Brustkorbes, Beckens und der Harnwege	M. 18,—,
f) ein bestimmter Teil der Verdauungswege, des ganzen Brustkorbes	M. 22,50.

Für jede weitere Aufnahme desselben Körperteils am selben Tage ist die Hälfte dieser Preise zu entrichten. Kleine Abzüge bis 18×24 3 M., größere 6 M. Diagnose einbegriffen.

Für eine Durchleuchtung sind 10 M. zu zahlen.

Die Kosten für zur Röntgenuntersuchung notwendige Medikamente (z. B. Kontrastmittel) sind in obigen Preisen nicht mit einbegriffen.

Bei therapeutischen Bestrahlungen sind bei der Oberflächentherapie 10 M. für die Sitzung und bei der Tiefentherapie 15 M. für die Sitzung festgesetzt.

Druckfehlerberichtigung.

Über Absorption und Streuung der Röntgenstrahlen.

Von Dr. R. Glocker in Band XXV, Heft 5.

In der Anmerkung auf Seite 424 muß die Gleichung nicht

$$e^{-\mu d} = e^{-\bar{\mu} d} + e^{-s d},$$

sondern

$$e^{-\mu d} = e^{-\bar{\mu} d} \cdot e^{-s d}$$

richtig lauten.

Bücherbesprechungen.

Åke Åkerlund: **Entwicklungsreihen in Röntgenbildern von Hand, Fuß und Ellenbogen im Mädchen- und Knabenalter.** Archiv und Atlas der normalen und pathologischen Anatomie in typischen Röntgenbildern. Hamburg 1918. Verlag L. Gräfe & Sillem. Preis 20 M. 40 Seiten Text und 28 Tafeln.

Die fleißige Arbeit stammt aus dem Röntgeninstitut des Kgl. Seraphimerlazaretts in Stockholm (Vorstand: Prof. Dr. med. Gösta Forssell); sie soll „eine Grundlage schaffen, die es erlaubt, in zuverlässigerer Weise als bisher den Grad der Rückständigkeit und den therapeutischen Effekt bei den täglich zahlreicheren Fällen von Entwicklungsstörungen, die zur Röntgenuntersuchung kommen, zu beurteilen." Die vorliegende Entwicklungsreihe in Röntgenbildern unterscheidet sich von früheren außer durch diese sorgfältige Sichtung des Materials auch dadurch, daß bei jedem Individuum sowohl das Hand- als das Fuß- und das Ellenbogenskelett untersucht worden sind. Das Material besteht für jede Jahresklasse vom 8.—9. Jahre bis zum 14.—15. Jahre einschließlich aus vier Knaben und vier Mädchen, insgesamt also aus 28 Knaben und 28 Mädchen, die alle sorgfältig ausgewählt worden sind: nur Kinder von typisch germanischem Aussehen und mit rein schwedisch klingenden Namen, also ein völlig rassenreines Material.

[1]) Seitens der Redaktion der Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen ist eine **Auskunftsstelle** für alle auf die Anwendung der Röntgenstrahlen sich beziehenden Angelegenheiten eingerichtet worden. Fragen medizinischer, physikalischer oder technischer Art werden beantwortet und, soweit dieselben von allgemeinem Interesse sind, unter dieser Rubrik publiziert. Alle Anfragen sind direkt an die Redaktion Prof. Dr. Albers-Schönberg, Allgemeines Krankenhaus St. Georg, Hamburg 5, zu richten.

Alle waren Volksschulkinder in Stockholm, zugehörig den weniger bemittelten Klassen, und zwar nur Stadtkinder. Nur völlig gesunde Individuen wurden untersucht und auch nur normalgroße Individuen ausgewählt.

Röntgenographiert wurde immer die rechte Hand nebst dazugehörigem distalem Unterarmende, der rechte Fuß mit dem distalen Unterschenkelende und der rechte Ellenbogen.

Die bisher in der Literatur der reinen und der röntgenologischen Anatomie verzeichneten Angaben über den Zeitpunkt des Auftretens der Knochenkerne usw. wurden erwähnt und berücksichtigt. Verfasser legte seiner Untersuchung den Plan zugrunde, sämtliche Fälle in zwei zusammenhängende Entwicklungsreihen, eine für Mädchen, eine für Knaben, einzuordnen. Die Tabelle ist so aufgestellt, daß sie gleichzeitig als erläuternder Text zu den Röntgenbildern dienen kann. — Ein größeres Kapitel bringt Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Faktoren auf den Ossifikationsprozeß.

Aus den gewonnenen Resultaten seien nur z. B. zwei wichtige hier herausgegriffen: 4. Es ist nicht hinreichend, die Beurteilung der Ossifikation auf die Untersuchung nur eines Skeletteils zu gründen. — 7. Das Auftreten neuer Knochenkerne geschieht nicht zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Entwickelungsreihe, und die Entwickelung folgt nicht ein und derselben Ordnung. Es gibt unter Verfassers Material kaum einen einzigen Knochen- oder Epiphysenkern, der nicht bei einem in seiner Gesamtheit weiter vorgeschrittenem Fall weniger hätte ausgebildet sein können als bei einem in seiner Gesamtheit weniger vorgeschrittenem Fall.

Die Wiedergabe der vielen Röntgenogramme ist eine ganz vorzügliche, wie überhaupt die ganze Aufmachung des Bandes an alte gute Friedensware erinnert. Alban Köhler.

Hermann Gocht: **Handbuch der Röntgenlehre.** Fünfte umgearbeitete und vermehrte Auflage. Verlag von Friedrich Enke, Stuttgart. Preis: 25 M. geb.

Nach $3^1/_2$ Jahren ist die neue fünfte Auflage dieses vorzüglichen Lehrbuches notwendig geworden. Es ist dieses nicht nur ein Zeichen für den immer zunehmenden Gebrauch der Röntgenstrahlen, wie der Verfasser in seinem Vorwort schreibt, sondern vor allem ein erfreuliches Zeugnis für die Güte des Gochtschen Handbuches. Fast alle technischen und ärztlichen Kapitel haben eine Erweiterung erfahren, so besonders die Abhandlung über die neuen gasfreien Röhren, über Fremdkörperlokalisation und über die Röntgentherapie. Es ist bewundernswert, daß unter den augenblicklichen Verhältnissen der Verlag in der Lage gewesen ist, das Werk in so hervorragender Weise auszustatten. Das gilt besonders von dem Papier, das absolute Friedensware ist und auf dem die dargestellten Bilder wunderbar schön zur Anschauung gebracht worden sind. Ohne Zweifel wird das Lehrbuch eine gute Aufnahme bei den Kriegsröntgenologen, für die es eine wertvolle Hilfe bei ihren schwierigen Aufgaben sein wird, finden. Auch für die röntgenologische Heimarbeit ist das Gochtsche Werk unentbehrlich und ganz besonders geeignet für die Ausbildung von Assistenten und Schwestern. Die Angliederung eines zusammenfassenden, vom Standpunkt der neuesten Forschungen neu bearbeiteten therapeutischen Teils, ist bei dem Umfang der therapeutischen Literatur, deren eingehendes Studium nur mit Mühe zu bewältigen ist, sehr zu begrüßen. Hierdurch wird auch in den Kreisen der vorwiegend diagnostisch tätigen Röntgenologen ein tieferes Verständnis für die therapeutischen Fragen, die augenblicklich im Vordergrunde des Interesses stehen, angeregt werden.

Zusammenfassend können wir sagen, daß Autor und Verlag ein der deutschen Leistungsfähigkeit im Kriege würdiges Werk geschaffen haben. A.-S.

James Heyman: **Die Radiumbehandlung des Uteruskrebses.** Berlin 1918. L. Schumacher.

Die Erfahrungen, welche H. bei der Radiumbehandlung des Uteruskrebses im Krankenhause Radiumhemmet in Stockholm während der Jahre 1914/15 gesammelt hat, sind in einer ausführlichen Monographie niedergelegt, deren Studium allen, welche sich mit Radiumtherapie befassen, von Nutzen sein wird.

Nach eingehender Besprechung der früher angewandten und der eigenen Technik bespricht Verf. in den folgenden Kapiteln an der Hand statistischer Zahlen seine Ergebnisse. Ein ausführliches Kapitel ist den Nebenwirkungen der Radiumbehandlung gewidmet. Unter diesen beanspruchen besonderes Interesse die entzündlichen Veränderungen an den Genitalien selbst, weil sie häufig Rezidive vortäuschen können. In zweifelhaften Fällen vertritt H. den Standpunkt unter Beobachtung des Gewichtes und des Allgemeinzustandes abzuwarten. Darmschädigungen in Form von schweren Ulzerationen und Nekrosen beruhen auf Überdosierung; sie treten erst bei einer Vaginaldosis von 8000 Milligrammstunden auf.

Es ist nicht möglich in einer kurzen Besprechung auf die interessanten und wertvollen statistischen Angaben näher einzugehen; das genaue Studium des Buches wird dem Leser vieles Wissenswerte bieten.

Metzger (Frankfurt a. M.).



Internationale Fachliteratur.

a) Vereine und Kongresse.

In London wurde eine „British Association of Radiology and Physiotherapy“ gegründet; zum Vorsitzenden ist Sir James Mackenzie Davidson gewählt worden. Angesichts der vermehrten Bedeutung, welche die Röntgenstrahlen während des Krieges erlangt haben, bemüht man sich in England um bessere Organisation des Unterrichts in der Röntgenologie. An allen medizinischen Schulen soll die Röntgenologie Lehrgegenstand werden und es soll an der Universität Cambridge ein besonderes, durch eine Prüfung zu erwerbendes Diplom der Radiologie und Elektrologie erteilt werden.

b) Journalliteratur.

Arch. des Sciences Biologiques St. Petersburg. T. XIX. 4.—5. Sept. 1916.

M. Nemenow: **Die Einwirkung der Röntgenbestrahlung der Hoden auf die Prostata.** 1911 hat Wilms als Behandlung der Prostata-Hypertrophie die Bestrahlung der Hoden vorgeschlagen. Dieser Vorschlag ging von der Vorstellung inniger Wechselbeziehungen zwischen Hoden und Prostata aus. Es sei daran erinnert, daß die Kastration und die Ligatur des Vas deferens Heilerfolge bei Prostata-Hypertrophie zeitigt. Wilms weist auf die Analogie zwischen Prostata-Hypertrophie und Uterus-Myom hin. Die auf Grund des Vorschlages von Wilms angestellten praktischen Versuche sind nicht beweiskräftig. — Tierexperimente lagen bis zu der Arbeit Nemenows nicht vor. Gleichzeitig angestellte Untersuchungen, denen aber experimentelle Genauigkeit fehlt, die zudem nicht auf breiter Basis angestellt sind, haben im Sinne Nemenows und des Referenten keine Beweiskraft. Das gilt für die Untersuchungen von Zindel. (Zeitschrift für urologische Chirurgie, März 1913, und von Sasaki.) Während Zindel übrigens nach Verlagerung der Hoden und Hodenbestrahlung keinerlei besondere Veränderungen an der Prostata feststellt, will Sasaki durch die Hodenbestrahlung Prostatarückbildung erzielt haben. — Nemenow hat als Versuchstiere ausschließlich Hunde verwandt, und in der ausführlichen Arbeit Versuchsprotokolle von 17 Tieren veröffentlicht. Betreffs der Technik wäre zu erwähnen, daß nur die Hoden der Bestrahlung unterworfen wurden (entsprechende Lagerung der Tiere auf Anschnallbrett), während die Prostata durch Blei abgedeckt war. Die Lagerung der Tiere war durch eine der Bestrahlung vorausgehende Morphiumeinspritzung von 0,02—0,03 Morphium gesichert. Verwandt wurden Müller-Röhren mit einer Röhrenhärte von 9—12 Wehnelt. — Nach diesen Experimentaluntersuchungen hat Hodenbestrahlung nie Atrophie, meist Hyperplasie der Prostata zur Folge. Diese ist um so stärker, je vollständiger die Elemente der Spermatogenese durch die Bestrahlung geschädigt wurden. Nemenow schildert übrigens auch eingehend die Wirkung der Irradiation auf die Hodenzellen. Diese Ergebnisse bestätigen die im allgemeinen seit Albers-Schönberg bekannten Tatsachen. (1. Empfindlichkeit der Hoden gegen Röntgenstrahlen, 2. Schädigung der Spermatogenese, 3. Zunahme des Stützgewebes, insbesondere der Zellen von Leidig.) Nemenow führt die vielfach beobachtete Prostata-Hyperplasie nach Bestrahlung der Hoden auf die gleichzeitig mit der Schädigung der Samenproliferation einsetzende zunehmende Entwickelung der Leidigschen Zellen zurück. Diese, als eigentliche Hormonträger, sollen nicht nur maßgebend für Erhaltenbleiben der libido, der geschlechtlichen Kraft, der geschlechtlichen Charaktere sein, sondern durch ihr im Übermaß geliefertes Sekret auch bestimmende Veranlassung für die Prostata-Hyperplasie werden können. Nach diesen Untersuchungen ist dem Vorschlag von Wilms, die Prostata-Hypertrophie statt durch Kastration oder Samenstrangligatur durch Hodenbestrahlung zu beeinflussen, jede wissenschaftliche Grundlage genommen. (Deutsche Autoren haben übrigens die direkte Bestrahlung der Prostata empfohlen und ausgeübt. Referent hat von der direkten Bestrahlung der Prostata in einzelnen Fällen von Prostata-Hypertrophie bei alten Leuten gute Resultate gesehen und hält diese einfache und ungefährliche Prozedur gegenüber den chirurgischen Methoden vielfach für die Methode der Wahl.)

Centralblatt für Chirurgie. Nr. 7, 1918.

Lorenz Böhler: **Über einen Abrißbruch des Wadenbeinköpfchens.** Die Abrißfraktur des Wadenbeinköpfchens gehört zu den seltensten Brüchen. Da die Bruchstücke auseinanderweichen, entstehen große funktionelle Störungen. Beim Abrißbruch des Wadenbeinköpfchens ist bei gebeugtem Knie die aktive Außenkreiselung des Unterschenkels unmöglich, und die Festigkeit des Kniegelenks ist geschädigt, weil an der Außenseite der Halt fehlt. Der Nervus peroneus ist meist stärker in Mitleidenschaft gezogen. Gute Annäherung der Bruchstücke und gute Funktion kann nur durch Knochennaht erreicht werden. In der Kasuistik von Böhler entstand der Abrißbruch beim Skilaufen durch Sturz, bei stärkerer Außenbiegung des rechten feststehenden Beines. Abrißbruch und Fixation der Bruchstücke durch Knochennaht konnten im Röntgenbild gut dargestellt werden. Es erfolgte völlige Heilung. Die anfangs bestehende Peroneuslähmung ging völlig zurück, so daß beim Sturz der Nerv offenbar nur überdehnt worden war.

Carl Klieneberger.

Münchener med. Wochenschrift. 1917. Nr. 9.

Schmitt: **Ein neuer Röntgenstuhl.** Das Modell ist in Benutzung des zahnärztlichen Instituts München und hat sich für sämtliche, nicht nur zahnärztliche Aufnahmen sehr gut bewährt. An einer Reihe von Abbildungen werden die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten für die gebräuchlichen Röntgenaufnahmen gezeigt. Bezugsquelle: Frohnhäuser, München. Preis M. 350.—.

Nr. 10. Winter: **Über die Erreichbarkeit sofortiger Amenorrhoe bei Myomen und Metropathien durch intensive Röntgenbehandlung.** Es wurde das 1915 von Friedrich und Krönig angegebene Verfahren nachgeprüft, durch das es gelingt, die Blutungen in einer einzigen Sitzung zum Verschwinden zu bringen. Besonders geeignet hierfür sind diejenigen Fälle, in denen das Allgemeinbefinden derart gestört ist, daß mit der sonst üblichen Heilungsdauer von 2—3 Monaten bis zur vollkommenen Amenorrhoe nicht gewartet werden kann. Verfasser hat sich bemüht, für die Methode absolute Maße zu berechnen, nach denen in dem einzelnen Fall verfahren werden kann. Es ist nach den an zwölf Fällen gesammelten Erfahrungen durchaus möglich, in zwei an zwei aufeinanderfolgenden Tagen stattfindenden Sitzungen alle Beschwerden zu beseitigen, ohne daß irgendeine subjektive oder objektive Schädigung der Patientinnen eintritt.

Hammer: **Die Fremdkörperlokalisation mittels der einfachen Schirmdurchleuchtung** (Orthodiagraphische Methode). Die Durchleuchtung findet in zwei aufeinander senkrechten Ebenen statt zunächst zur allgemeinen Orientierung. Dann prüft man, welcher Stelle der Oberfläche der Fremdkörper am nächsten liegt. Es gelingt von dieser Stelle aus fast stets durch mehr oder weniger starken Fingerdruck, den Fremdkörper etwas zu verschieben. Diese Stelle wird markiert und man gewinnt dann durch Drehen des Patienten einen plastischen Eindruck des Fremdkörpers. Im speziellen Teil der Arbeit werden die besonderen Verhältnisse für die einzelnen Organe des Körpers angegeben.

Nr. 11. Kautz: **Erfahrungen mit der Sieder öhre.** Die Arbeit entstammt dem allgemeinen Röntgeninstitut und dem chirurgischen Röntgeninstitut des Allgemeinen Krankenhauses in Hamburg-Eppendorf. Die Müllerschen Siederöhren haben sich in der Therapie ausgezeichnet bewährt. Sie kamen auch erfolgreich zur Anwendung bei länger dauernden diagnostischen Durchleuchtungen, z. B bei Magenerkrankungen, Fremdkörperlokalisationen usw.

Nr. 12. Bruegel: **Die Beeinflussung des Magenchemismus durch Röntgenstrahlen.** Ursprünglich kamen nur Fälle von Hyperazidität zur Behandlung, doch hat B. später auch zahlreiche Kranke mit Sub- und Anazidität mit Röntgenlicht bestrahlt und dabei bemerkenswerte Resultate erzielt, die er in folgenden Schlußsätzen zusammenfaßt: die Reaktion tritt in Fällen einer funktionellen Erkrankung des Magens meist sehr rasch ein, zunächst ohne konstant zu bleiben. Vorhandene Spasmen bessern sich meist schon nach der ersten Bestrahlungsserie In Fällen chronischer Ulzera nimmt die Säureherabsetzung längere Zeit in Anspruch. Die Wirkung ist jedoch, wenn eingetreten, von längerer Dauer. Ulzera mit starker Entleerungsverzögerung erschienen ungeeignet zur Strahlentherapie. Begleiterscheinungen subjektiver Art, wie Übelkeit oder Erbrechen, stellen sich meist für 1—2 Tage ein, um dann wieder zu verschwinden. Die vor der Bestrahlung vorhanden gewesenen Schmerzen und Druckempfindungen bessern sich in den meisten Fällen. Sub- und Anazidität lassen sich in der Regel durch Röntgenstrahlen nicht beheben, es sei denn, daß die Säureverminderung durch Kolonmeteorismus hervorgerufen wird. In solchen Fällen hat sich die längere Zeit hindurch fortgeführte Diathermiebehandlung bewährt. Spastische Zustände im Magendarmkanal erfahren durch Bestrahlung weitgehende Besserung, rezidivieren jedoch häufig.

Nr. 14 Reusch: **Gasvergiftung im Röntgenzimmer und ihre Verhütung.** Der eigentümliche Geruch im Röntgenzimmer wird gewöhnlich auf Ozon zurückgeführt. Diese Annahme ist irrig. Vielmehr handelt es sich um das höchst giftige Stickstoffdioxyd, welches sich an der Funkenstrecke entwickelt und von dessen Vorhandensein man sich überzeugen kann, wenn man die Funkenstrecke in ein Glasgefäß einschließt. Man sieht dann das Gas hier schon nach 1½—2 Minuten auftreten. Durch Verwendung eines entsprechenden Glasgefäßes kann die für das Personal besonders große Gefahr ausgeschaltet werden.

Nr. 15. Wachtel: **Das Bathykopsometer.** Das kleine Instrument kommt zur Anwendung bei der operativen Entfernung von Fremdkörpern mit unter dem Operationstisch angebrachter Röhre. Es besteht aus einem für Röntgenstrahlen durchlässigen Gerüst, an welchem in Höhenabstand von 20 mm zwei kleine Dreiecke aus Metall angebracht sind. Das ganze Instrument wird in die Wunde gebracht und bei seitlichem Verschieben der Röhre kann man aus den Lagebeziehungen der beiden Dreiecke zu dem Fremdkörper feststellen, ob der Schnitt schon tief genug ist, oder ob man noch tiefer eingehen muß.

Regener: **Seitliche Röntgenaufnahmen des Schulterblattes.** Angabe der Technik, durch die es gelingt, ausreichende, für die Entfernung von Fremdkörpern notwendige seitliche Bilder des Schulterblattes zu erhalten.

1918. Nr. 22. Fritz M. Meyer: **Die Strahlenbehandlung der Trichophytien des Bartes.** Die so aussichtsreiche Behandlung der Trichophytie mit Röntgenstrahlen ist noch nicht allgemein genug gewürdigt. Man muß harte Strahlen zur Anwendung bringen, denn diese besorgen gleichzeitig die Epila-



tion und lassen Infiltrate ohne chirurgischen Eingriff zum Schwinden kommen. Es ist ferner notwendig, den ganzen Bart, nicht nur einzelne Abschnitte zu bestrahlen. M. verabreicht in drei, zeitlich je eine Woche auseinanderliegenden Sitzungen je eine Volldosis, wobei das erstemal die Strahlen ein Filter von 1 mm, das zweitemal von 2 mm, und das drittemal von 3 mm passieren bei 12 Wehnelt. Daneben können milde Salben verordnet werden. Von der Anwendung heißer Packungen oder der Jodtinktur ist abzusehen. Die Röntgentherapie eignet sich in gleicher Weise für tiefe und oberflächliche Formen. Bei letzteren kommt man jedoch mitunter schon mit Jodtinktur aus.

Schwarz: **Röntgenologischer Beitrag zur Lehre vom Ulcus ventriculi et duodeni.** Die mechanischen Theorien, die Schwarz in einigen Punkten erweitert, stehen an erster Stelle bei der Beurteilung der Genese der Magengeschwüre. An den Teilen des Magens, welche keine Ausdehnungsfähigkeit besitzen (kleine Kurvatur durch die darüber gelagerte Leber), oder bei denen ein natürlicher Engpaß besteht (Pylorusteil zwischen Leber und Pankreas), kommt es durch das Auftreffen der Speisen zu Schleimhautläsionen. Kommt dazu noch eine Einschnürung durch die Taille, dann beobachtet man das Ulkus an typischen Stellen, je nach der betreffenden Magenform. So bewirkt die Taille bei dem Schrägmagen ein Ulkus am Pylorus, bei dem elongierten Hakenmagen mit Pyloroptose ein Ulkus der kleinen Kurvatur, am elongierten Hakenmagen ohne Pyloroptose zwei Ulzera am Pylorus und kleinen Kurvatur.

Hayward (Berlin).

Die Militärärztliche Sachverständigentätigkeit. Gustav Fischer, Jena 1917.

De la Camp: **Lungenerkrankungen und Lungenverletzungen.** Die kleine Abhandlung gibt die Erfahrungen wieder, welche Verf. auf der Beobachtungsstation für Lungenkranke Freiburg während zwei Jahren sammeln konnte und welche sich auf ein Material von mehr als 2000 Kranke beziehen. Während 60% der Eingewiesenen tatsächlich Tuberkulöse darstellte, waren 40% Fehldiagnosen. Unter letzteren finden sich neben Rheumatikern, Bronchitikern, Nephritiden vor allem zwei Krankheitsgruppen, welche besonderes Interesse beanspruchen:

1. Nichttuberkulöse, welche vor dem Kriege in Heilstätten waren, „welche sich in beeinflußter Krankheitsvorstellung für definitiv lungenkrank oder lungengefährdet halten".
2. Fälle von kompensierter Mitralstenose.

Bei diesen findet sich eine durch die Erweiterung des linken Vorhofes bedingte Kompressionsatelektase der linken Lunge, in deren Spitze Symptome auftreten, wie sie einem linksseitigen beginnenden Spitzenkatarrh eigen sein können.

Das alte Einteilungssystem der tuberkulösen Prozesse nach Stadien und Ausdehnung reicht für die militärärztliche Beurteilung nicht aus. Unter geringer Abänderung des Fränkel-Albrechtschen Schema schlägt Verf. folgende Einteilung vor:

1. indurierende, 2. disseminierte, 3. diffuse konfluierende Prozesse.

Unter Berücksichtigung dieser Einteilung sind als kr. u. zu betrachten alle offenen Tuberkulosen, sowie die diffusen konfluierenden und die über mehrere Lungenlappen verbreiteten disseminierten Erkrankungen. Heilstättenfälle sind die gutartigen indurierenden Schrumpfungsprozesse, falls sie nicht klinisch geheilt, d. h. chronisch latent sind.

K. v. sind soche Fälle, bei welchen gelegentlich einer anderen Erkrankung ein gutartiger Prozeß festgestellt wurde, der bisher die Kriegsverwendungsfähigkeit nicht beeinträchtigte, oder Fälle, welche durch eine Behandlung schnell wieder in den Zustand gekommen sind, in welchem sie bereits früher Kriegsdienst zu leisten imstande waren.

Die Erfahrungen der Beobachtungsstation bestätigen den Wert der Röntgenuntersuchung. „Schirmuntersuchung und Plattenaufnahmen sind beide an sich unersetzbar."

Jahrbücher der Hamburger Staatskrankenanstalten. Beiheft 1917.

Plate: **Arthritiden, rheumatische Erkrankungen und ihre militärärztliche Beurteilung.** Für die militärärztliche Beurteilung vieler Gelenkerkrankungen kommt in erster Linie ihre Entstehung in Betracht. Viele Gelenkerkrankungen sind auf mangelhafte Funktion der Muskulatur zurückzuführen; so entstehen z. B. nach spastischen Hemiplegien im Anschluß an Kopfschüsse deformierende Arthritiden; ähnliches kommt bei Paralysis agitans vor. Falsche Funktion der Gelenke führt zu Erkrankungen derselben. Es ist deshalb von Wichtigkeit, bei Gelenkerkrankungen unter Kontrolle des Röntgenbildes eine richtige Funktion des Gelenkes anzustreben.

Als Ursache vieler Polyarthritiden sind Infektionen anzusprechen, deren Eingangspforte die Tonsillen bilden. Für ihre Behandlung empfiehlt Verf. Spaltung der Mandelpfröpfe und Desinfektion durch Betupfen mit Jodtinktur. Von der Totalexstirpation der Tonsillen hat Verf. im Gegensatz zu andern keine günstigen Resultate gesehen.

Auch die Lues kann die Gelenke befallen. Gelenkveränderungen, welche durch Lues entstehen, sind wenig charakteristisch. Wichtig für ihre Diagnose ist das Röntgenbild. Während bei fast allen anderen Gelenkerkrankungen eine fleckige Aufhellung der Knochenschatten, die Sudecksche Atrophie, sich findet, ist bei luetischen Erkrankungen der Knochenschatten eher verdichtet.



Zur Beurteilung der Dienstbeschädigung ist von Wichtigkeit, daran zu denken, daß viele Gelenkerkrankungen Teil- und Folgeerscheinungen infektiöser und sonstiger Allgemeinerkrankungen sind und daß dem Leiden häufig eine Disposition zugrunde liegt, welche bei der Einstellung bereits bestand.

Beiträge zur Klinik der Tuberkulose. Bd. 38.

Lorey: **Beiträge zur Lungenkollapstherapie.** Die Anlegung eines Pneumothorax zwecks Behandlung schwerer tuberkulöser Erkrankungen der Lungen kommt für solche Fälle in Betracht, bei welchen ein späteres spontanes Ausheilen der Erkrankung nicht wahrscheinlich ist. Vorausbedingung ist, daß nur eine Lunge erkrankt ist und daß durch physikalische und Röntgenuntersuchung genügende Verschieblichkeit der unteren Lungengrenzen nachgewiesen ist.

Ausgedehnte Verwachsungen der Pleura verhindern die Anlegung eines Pneumothorax. In diesen Fällen läßt sich unter der Voraussetzung einseitiger Erkrankung durch Thorakoplastik ein Kollaps der erkrankten Lunge erzielen. Die Thorakoplastik stellt natürlich einen viel größeren Eingriff dar als die Anlegung des künstlichen Pneumothorax.

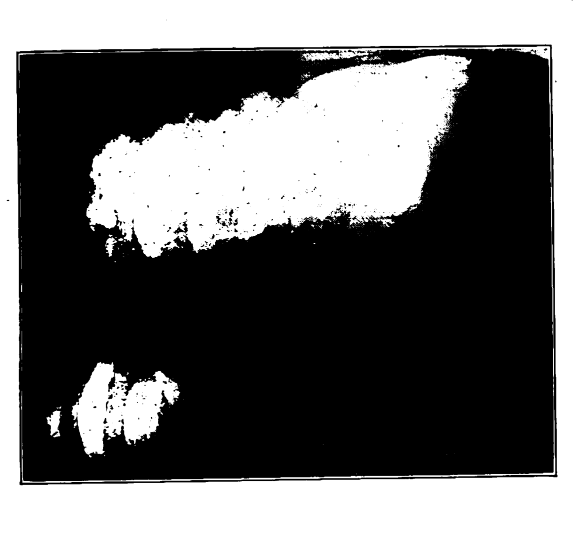
Zwecks Ausführung der Thorakoplastik rezesiert Verf. nach dem Vorgehen von Brauer meistens in mehreren Sitzungen die erste — zehnte Rippe, wobei zu beachten ist, daß mit der Resektion der unteren Rippen begonnen wird und daß die Rippen möglichst in vollem Umfange reseziert werden, um Bildung von Knochenspangen zu vermeiden.

Sowohl durch künstlichen Pneumothorax wie Thorakoplastik hat Verf. günstige Erfolge erzielt, wie aus den beigefügten Krankengeschichten hervorgeht.

Ärztliche Sachverständigen-Zeitung. 1917, Nr. 34.

Bucky: **Schwere Schädelverletzungen im Röntgenbilde.** Aus der Art und Ausdehnung der Knochenverletzung des Schädels läßt sich kein Schluß auf die Prognose und den klinischen Verlauf ziehen. Scheinbar schwere von B. beobachtete Knochenverletzungen des Schädels sind restlos geheilt, ohne irgendwelche funktionellen Störungen zu hinterlassen, während umgekehrt bei geringen Verletzungen Spätеiterungen des Gehirns zum Tode führten. Der Schutz, welchen die Schädelkapsel für das empfindliche Gehirn darstellt, ist ein so großer, daß selbst bei schweren Knochenzerstörungen Verletzungen des Schädelinhaltes verhütet bleiben. Metzger (Frankfurt a. M.).

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.


Fig. 3.

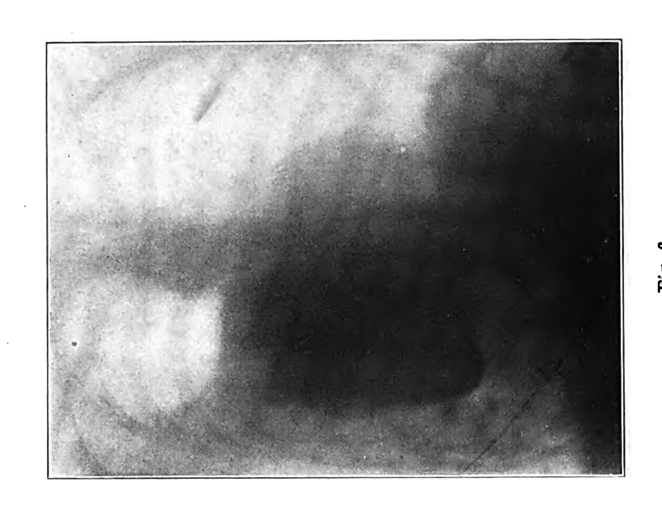
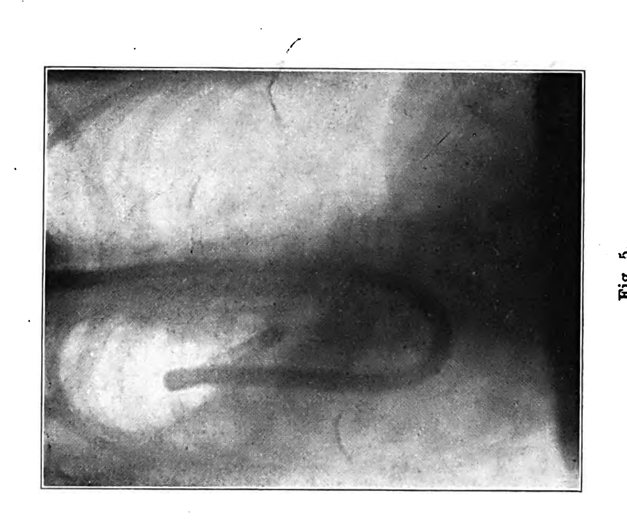
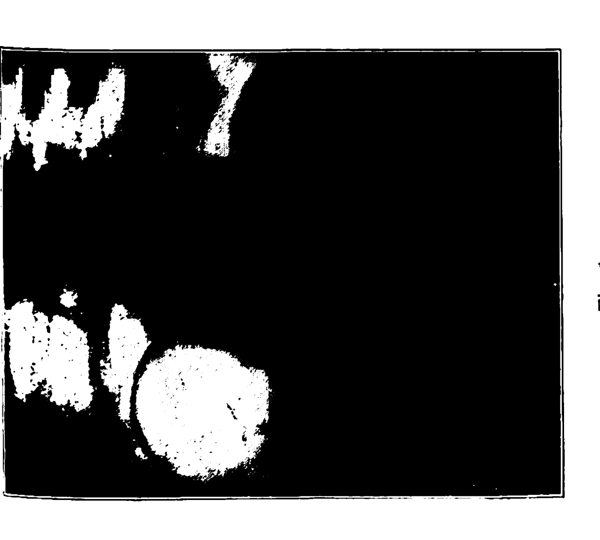
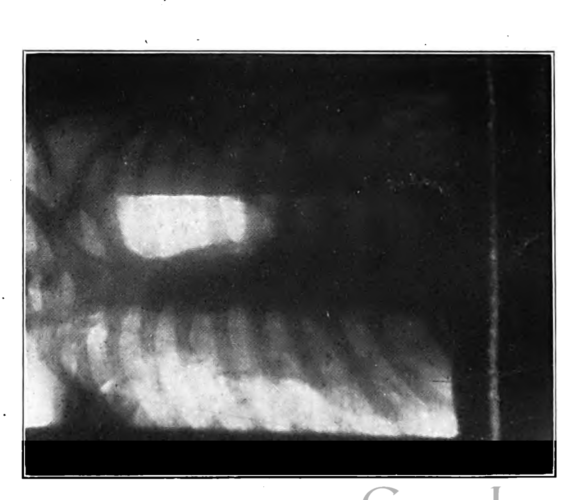

Fig. 6.


Fig. 2.


Fig. 5.


Fig. 1.


Fig. 4.

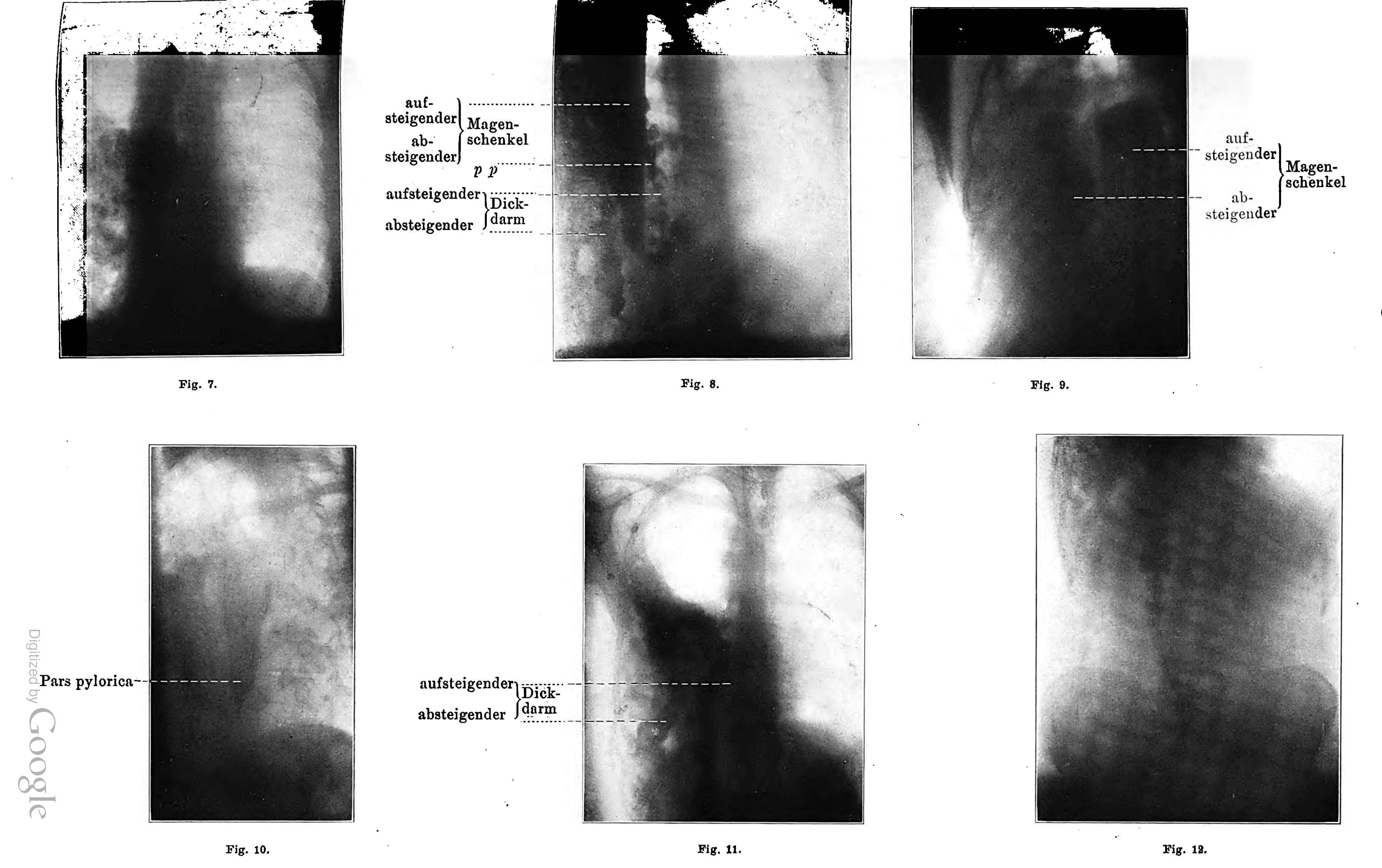


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

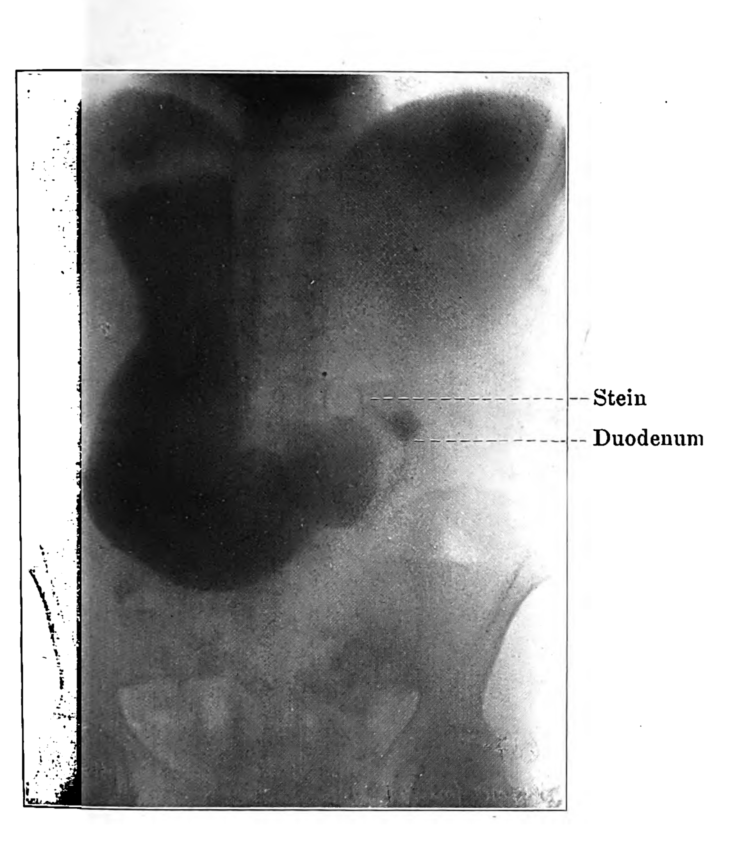


Fig. 1.

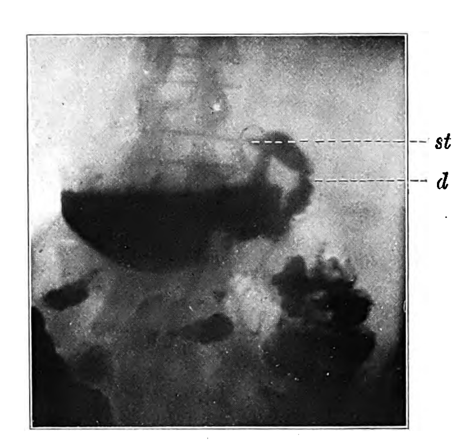


Fig. 2.

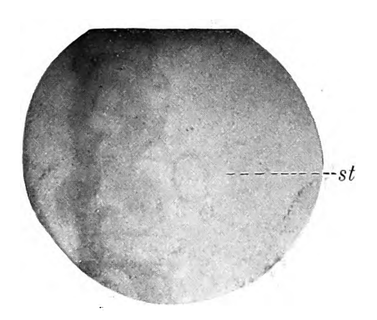


Fig. 4.

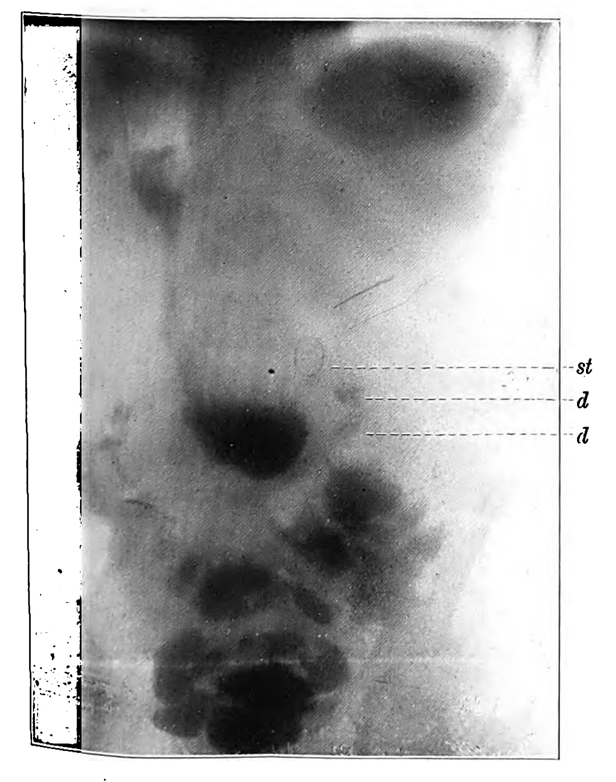
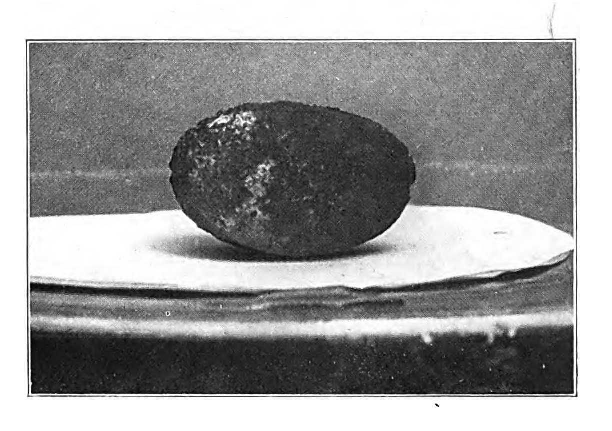


Fig. 3.



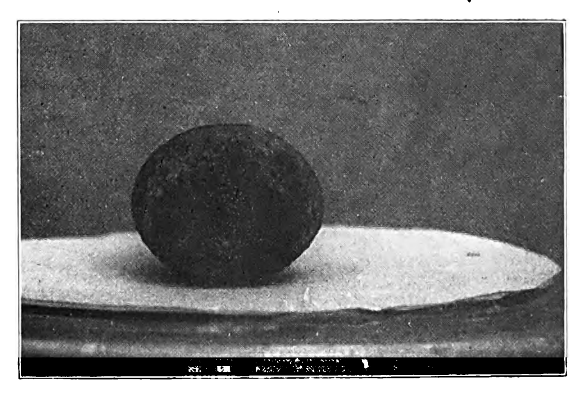


Fig. 5.

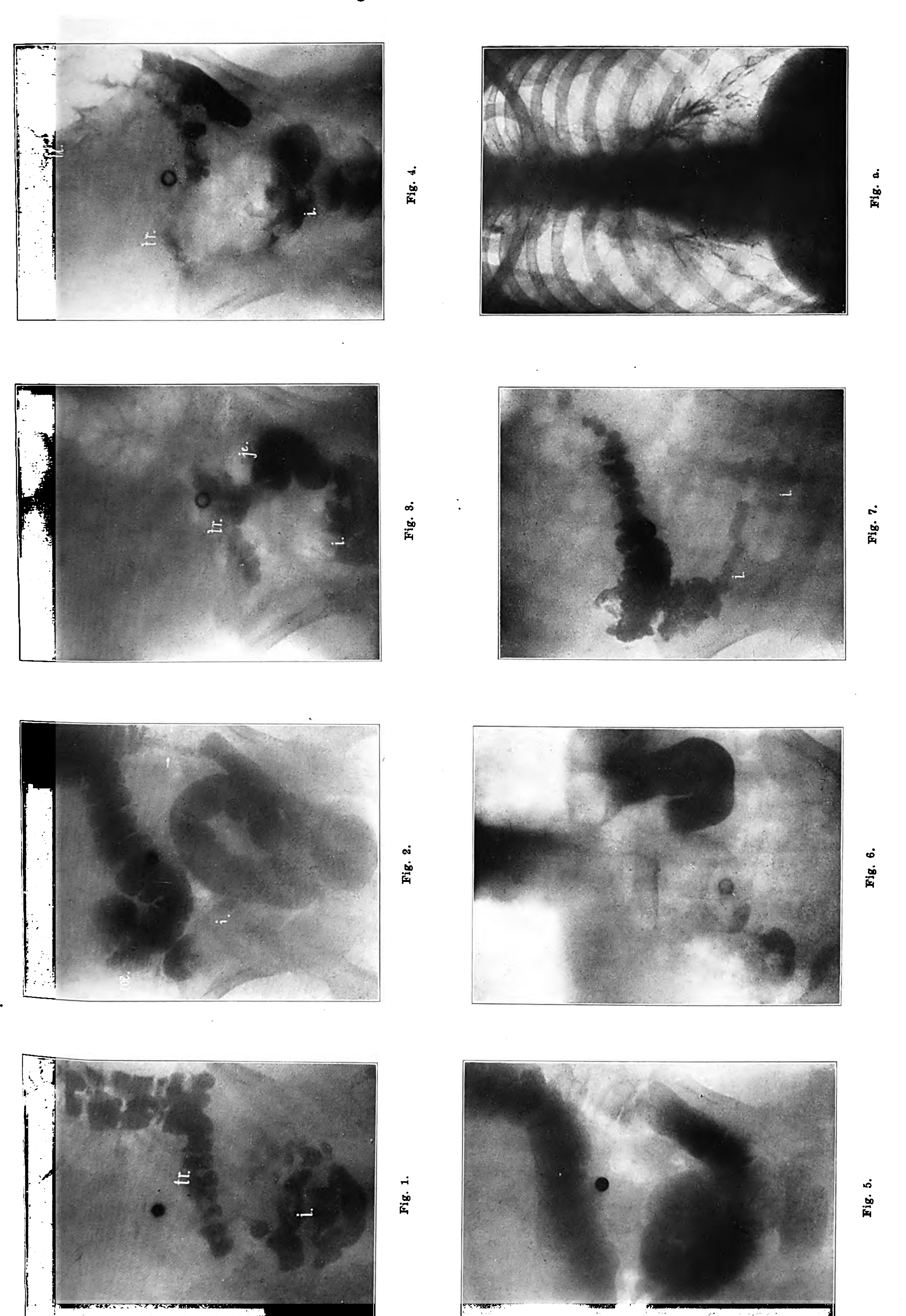


Fig. 4.

Fig. a.

Fig. 3.

Fig. 7.

Fig. 2.

Fig. 6.

Fig. 1.

Fig. 5.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. a



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



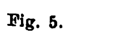


Fig. 5.

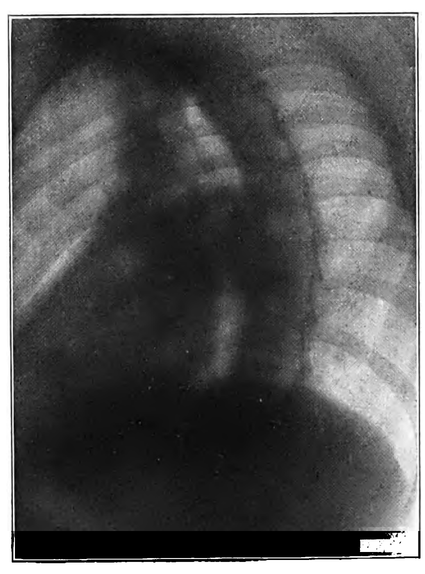


Fig. 6.

Aus dem Röntgeninstitut im Sanatorium Fürth in Wien.

Über die Verletzungen im Bereiche der obersten Halswirbel und die Formen der Kopfverrenkung.

Die typische Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk („Luxation des Atlas“) mit Abbruch des Epistropheuszahnes[1]).

Von

Professor Dr. **Robert Kienböck.**

(Hierzu Tafel VII.)

I. Anatomie der Verletzung. Klassifikation.

Wirbelluxationen und -Frakturen sind verhältnismäßig seltene Verletzungen, besonders selten sind sie an der Halswirbelsäule und anscheinend am seltensten an den beiden obersten Halswirbeln, während die mittleren und unteren Halswirbel häufiger betroffen werden. Es ergibt sich dies wenigstens aus allen früheren Statistiken, z. B. von Malgaigne und von Gurlt. Wir werden uns hier nur mit den Verletzungen im Bereiche der obersten Halswirbel beschäftigen. Davon sind in der Literatur nicht allzuviele Beobachtungen mitgeteilt, auch speziell mit dem Thema beschäftigte Forscher wie Kocher, Wagner & Stolper, Quetsch konnten bei großem Verletzungsmaterial nur wenige Fälle beobachten; in der letzten Zeit wurden allerdings dank der Röntgenuntersuchung viel mehr Fälle erkannt und beschrieben als früher.

Die Klassifizierung der hieher gehörigen Verletzungsformen bereitet gewisse Schwierigkeiten, wie sich in unseren Ausführungen weiter unten zeigen wird.

Es seien hier von den Verletzungen im Gebiete der obersten Halswirbel zunächst drei in ungleichem Niveau lokalisierte Luxationen genannt:

1. Die Luxation des Kopfes über dem Atlas, Luxatio capito-atlantica oder occipito-atlantica — ich möchte dafür die Bezeichnung „Luxation des Kopfes im oberen Kopfgelenk“ („obere Kopfverrenkung“, „Luxatio capitis superior“) vorschlagen.
2. Die Luxation des Atlas über dem Epistropheus, Luxatio atlanto-epistrophica, sogenannte „Luxation des Atlas“ — ich möchte aber hier lieber von „Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk“ („unterer Kopfverrenkung“, „Luxatio capitis inferior“) sprechen.
3. Die Luxation des Epistropheus über dem III. Cervikalwirbel, „Luxatio intercervicalis II/III“.

Wir wollen uns hier nur mit der zweiten Verletzungsform, der **Luxation im atlanto-epistrophischen Gelenk,** der sogenannten „Luxation des Atlas“, näher beschäftigen.

Eine bemerkenswerte Einteilung dieser Luxation in verschiedene Arten und zwar hinsichtlich der Richtung und des Grades der Verschiebung findet sich schon bei Malgaigne. Er unterscheidet zunächst 1. eine Luxation nach vorne und 2. eine Luxation nach hinten.

---

[1]) Demonstration des Falles durch Verfasser in der K. k. Gesellschaft der Ärzte, Wien, 20. Januar 1911. Bericht in Wiener klinischer Wochenschrift 1911, Nr. 4, S. 145.

Die vorliegende Arbeit wurde im Jahre 1913 abgeschlossen; später wurden nur noch einige wenige Eintragungen ins Manuskript gemacht, namentlich nach Erscheinen des Buches von Quetsch.



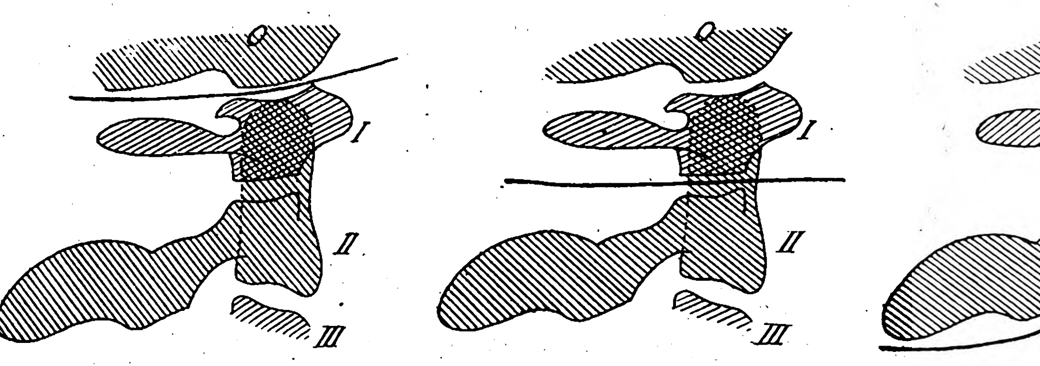


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

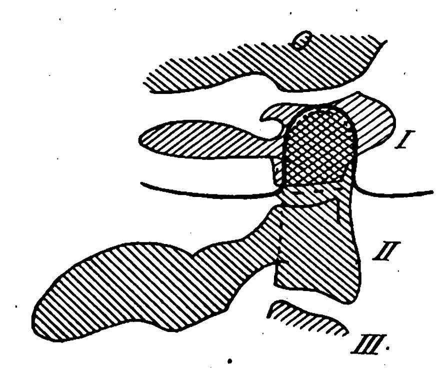


Fig. 4.

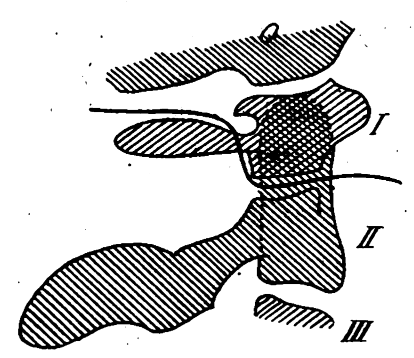


Fig. 5.

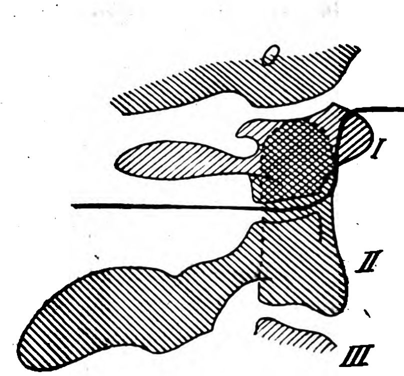


Fig. 6.

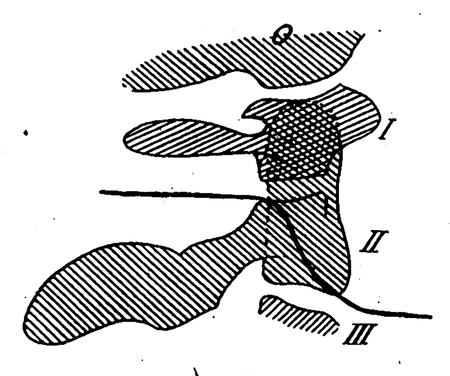


Fig. 7.



Fig. 8.

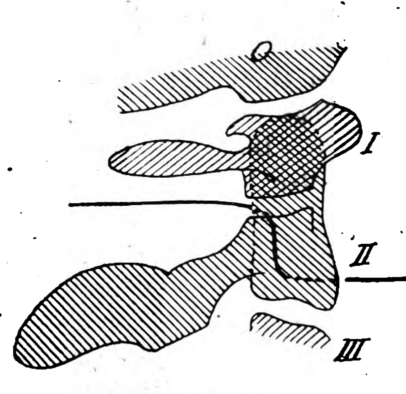


Fig. 9.

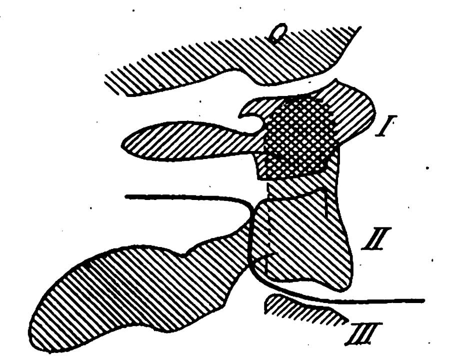


Fig. 10.

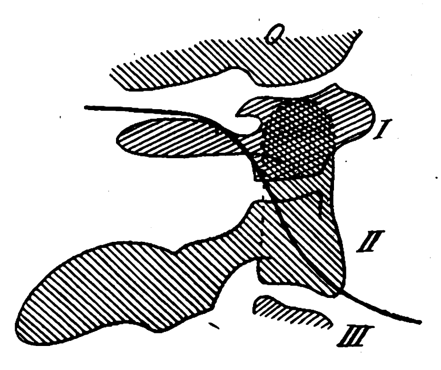


Fig. 11.

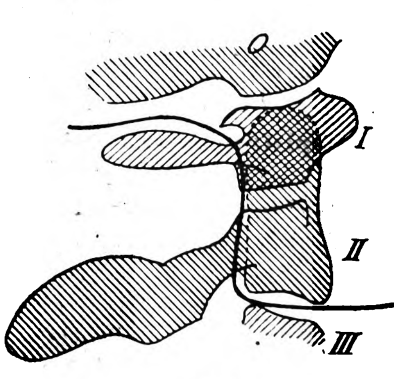


Fig. 12.

Bilder-Serie I.

Fig. 1 bis 12. Verletzungen in der Okzipito-Zervikalregion.

Rechte Seitenansicht des Skelettabschnittes, die 4 Knochen in abwechselnder Richtung schräg schraffiert. Verkleinerung.

0. Okziput, Schädelbasis mit Kondyl für das rechte okzipito-atlantische Gelenk.

I. Atlas: vorderer Bogen, r. Seitenmasse (mit Gelenkflächen für das Ober- und Untergelenk) und hinterer Bogen.

II. Epistropheus: Körper mit Zahn (z. T. mit unterbrochener Linie gezeichnet, weil von der Atlasseitenmasse gedeckt), r. Seitenmasse mit Gelenkfläche für das Obergelenk, r. Bogenhälfte mit Gelenkfläche für das Untergelenk (dieses viel weiter unten und hinten gelegen als das Obergelenk!) und Dornfortsatz.

Einzeichnung der **Trennungslinien** für verschiedene Verletzungsformen mit Luxation und Fraktur, nach Verfasser (halbschematisch).

Fig. 1 bis 3. Grundformen der Luxationen in verschiedenen Niveaus.

Fig. 1. Luxation des Kopfes im oberen Kopfgelenk, sogen. „Luxation des Kopfes“ überhaupt. Die Trennungslinie durch die Bänder und Gelenke zwischen Hinterhauptbein einerseits und Atlas mit Epistropheuszahn anderseits ziehend.

Fig. 2. Typische transdentale Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk (Verletzungsform I dieses Niveaus), sogen. „Luxation des Atlas mit Abbruch des Zahnfortsatzes des Epistropheus“. Die Trennungslinie hinten als Marke der Verschiebungszone durch das Band zwischen den Bögen I und II, dann als Marke der Luxationsfläche durch das rechte und linke atlanto-epistrophische Gelenk (Seitengelenke) und in derselben Frontalebene als Marke der Bruchfläche durch den Hals des Epistropheuszahnes ziehend. Oberhalb der Trennungslinie: der Kopf, der Atlas und Epistropheuszahn, unterhalb: der übrige Teil des Epistropheus und der Halswirbelsäule (das mediane Gelenk zwischen Epistropheuszahn und vorderen Atlasbogen intakt).

Fig. 3. Luxation im Bereich der Halswirbelsäule II/III, subepistrophische Halswirbelsäulen-Verrenkung, Luxatio cervicalis super III, sogen. „Luxation des Epistropheus“. Die Trennungslinie durch die Bandverbindungen der Bögen der genannten Wirbel II und III, durch die paarigen Wirbelgelenke II/III und die Bandscheibe zwischen II und III ziehend.

Fig. 4 bis 6. Abarten der typischen transdentalen Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk.

Fig. 4. Peridentale Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk (Verletzungsform II dieses Niveaus). Die Trennungslinie ähnlich wie bei Fig. 2, jedoch (median) oben um den Zahnfortsatz des Epistropheus im Bogen herumziehend, Ruptur der Zahnfortsatz-Hinterhauptbänder (Flügelbänder und Spitzenband), Zerrung oder Zerreißung der Gelenkkapsel und -bänder der atlanto-epistrophischen Gelenke (Seitengelenke), Durchschlüpfen des Zahnes unter dem intakten Atlas-Querband (keine Zahnfraktur). Die unterbrochene Linie markiert die seitlich gelegenen Teile der Verschiebungsfläche, in dem Gelenke rechts und links vom Zahnhals.

Das Bild kann übrigens auch gelten für die transligamentöse Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk (Verletzungsform III dieses Niveaus), hier nicht nur Ruptur der Zahnfortsatz-Hinterhauptbänder, sondern außerdem auch noch des Atlas-Querbandes (keine Zahnfraktur).

Fig. 5. Transdentale Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk nicht nur mit Abbruch des Epistropheuszahnes, sondern auch des hinteren Atlasbogens; dieser unter der Trennungslinie liegend, also mit dem übrigen Teil der Halswirbelsäule, speziell mit dem Epistropheusbogen verbunden bleibend (Atlas-Querband intakt).

Die Trennungslinie von hinten nach vorne stufenförmig verlaufend, und zwar nach vorne absteigend — charakteristisch für die häufigste Verschiebungsrichtung: die Verschiebung des oberen Abschnittes der Region nach vorne. (Die Trennungsflächen steigen im allgemeinen bei den Wirbelverrenkungen und -brüchen in der Richtung der Verschiebung schräg von oben nach unten ab [Kocher].)

Fig. 6. Transdentale Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk nicht nur mit Abbruch des Epistropheuszahnes, sondern auch des vorderen Atlasbogens, der unter der Trennungslinie liegen bleibt.

Das Bild dürfte vor allem für die Luxation nach hinten gelten (Beispiel: Fall von Berndt).

Bricht bei der Verrenkung nach vorne der vordere Atlasbogen ab, so dürfte dies auf Abquetschung beruhen, die Trennungslinie sollte dabei wie bei der typischen Verletzung (Fig. 2) geradlinig gezeichnet werden, der Bogenbruch wäre dabei auf andere Weise zu kennzeichnen.





Fig. 7 bis 12. Andere mit der typischen unteren Kopfverrenkung verwandte Verletzungsformen, die Trennungslinie durch weiter unten gelegene Teile des Epistropheus ziehend. Die Linie stets schräg von hinten oben nach vorne unten absteigend, entsprechend der Verschiebung des oberen Teiles der Region nach vorne.

Fig. 7. Schrägfraktur des Epistropheuskörpers und der beiden Seitenmassen, die Bruchlinie auch durch die oberen Gelenke (I/II) ziehend, manchmal mit Abbruch auch der unteren Kanten der Seitenmassen des Atlas. (Vgl. Fig. 28.)

Fig. 8. Untere Schrägfraktur des Epistropheuskörpers, unterhalb der Seitenmassen. (Die Seitenmassen selbst intakt, daher die Trennungslinie hier unterbrochen gezeichnet.) (Vgl. Fig. 29.) (Beispiel; Fall von Wagner & Stolper, 20jähriger Bursch.)

Fig. 9. Isolierte Fraktur der beiden Seitenmassen des Epistropheus. Zwei Bruchlinien vorhanden, die eine rechts, die andere links, beide ziemlich vertikal durch das Obergelenk (I/II) ziehend (der Epistropheuskörper intakt). (Die mit unterbrochener Linie gezeichneten Stellen der Trennungslinie zeigen an, daß die Linie nicht durch den Wirbelkörper zieht.) (Über die Lage des hinteren Teiles der Trennungslinie und der gleichzeitigen Verletzung des Atlas ist dieselbe Bemerkung zu machen wie bei Fig. 7.) (Vgl. Fig. 30.)

Fig. 10. Abbruch des Epistropheusbogens, beiderseitige Bogenwurzelquerfraktur. Die Trennungslinie wie in den früheren Fällen zuerst hinten durch die Bänder zwischen den Bögen I und II, dann aber rechts und links durch die Bogenwurzel II, schließlich durch die Bandscheibe II/III ziehend (die Wirbelgelenke I/II und II/III intakt, die einen nämlich oben (vorne), die anderen unten (hinten) von der Trennungslinie liegend.) (Vgl. Fig. 31.) (Beispiele: Fälle von Bouvier, Nélaton.)

Fig. 11. Schrägfraktur des Epistropheuskörpers und der beiden Seitenmassen, außerdem (bilateraler) Abbruch der lateralen Kanten der Atlas-Seitenmassen (der in den Gelenken I/II gegenüberliegenden Knochenteile) und des hinteren Atlasbogens. (Die Verletzung ähnlich wie in Fig. 7, aber die Trennungslinie hinten höher liegend, der hintere Atlasbogen unterhalb der Trennungslinie liegend, mit dem unteren Teil der Region verbunden bleibend — die Verletzung wahrscheinlich häufiger als die von Fig. 7.) (Beispiel: Fall von Uhde.)

Fig. 12. Bilateraler Abbruch der hinteren Bögen des Atlas und des Epistropheus. Die Trennungsfläche hinten durch die 4 Bogenwurzeln, dann durch die Bandscheibe II/III ziehend. (Die Wirbelgelenke I/II und II/III intakt, die einen nämlich oben (vorne), die anderen unten (hinten) von der Trennungslinie liegend.)

---

ad 1. Die Luxation nach vorne wird dem Grade nach eingeteilt:

a) Inklination (Inclinaison, Vorwärtsneigung) des Atlas über dem Epistropheus, mit hinterer Diastase der beiden Wirbel — geringster Grad.

b) Subluxation, mäßige Verschiebung des Atlas über dem Epistropheus mit oder ohne Bruch des Epistropheuszahnes — mittlerer Grad.

c) Vollständige Luxation, vollständiges Abgleiten des Atlas über dem Epistropheus mit oder ohne Bruch des Epistropheuszahnes, eventuell auch mit Bruch des Atlas — stärkster Grad der Verrenkung.

Die Luxation nach hinten wird nicht weiter untergeteilt. Die verschiedenen Formen der Subluxation und Luxation des Atlas gehen meist mit Inklination des Wirbels einher, wie bereits von Malgaigne hervorgehoben wird.

Wagner & Stolper teilen die Luxation des Atlas auch vor allem nach der Verschiebungsrichtung in mehrere Formen ein und zwar in vier Arten: Verschiebung des Wirbels

1. nach vorne,
2. nach hinten,
3. nach einer Seite und
4. Rotationsluxation.

Die Luxation des Atlas in den Richtungen 1., 2. und 3. ist nach den Autoren zumeist keine einfache, sondern kompliziert mit basalem Abbruch des Epistropheuszahnes, der vom Atlas (bei intaktem Atlasquerband) mitgerissen wird, manchmal außerdem kompliziert mit Fraktur des vorderen und hinteren Bogens des Atlas. Ferner gleitet — wie hier hinzugefügt werden soll — der Atlas über dem Epistropheuskörper gewöhnlich nicht streng nach

vorne, nach hinten oder nach einer Seite, sondern meist nach vorne und zugleich etwas seitlich, seltener nach hinten und zugleich etwas seitlich.

Auch kommt oft durch ungleich starke, asymmetrische Verschiebung im rechten und linken Gelenk (z. B. auf einer Seite mit vollständiger, auf der andern Seite mit unvollständiger Verrenkung) zugleich eine Rotation zustande. Manche Chirurgen sprechen zwar hier geradezu von einer „Rotationsluxation"; doch handelt es sich in diesen Fällen — wie ich betonen möchte — im wesentlichen um eine Vorder- oder Hinterluxation, der Name „Rotationsluxation" soll für die echte, reine Rotationsluxation (siehe unten) reserviert werden.

Auch ist außer der Horizontalverschiebung des Atlas zugleich eine Senkung bzw. Neigung des Wirbels vorhanden, z. B. bei Luxation nach vorne eine vordere Senkung mit Neigung nach vorne, wozu meist eine hintere Diastase der Wirbel tritt.

Die echte, reine Rotationsluxation (4) besteht in einer doppelseitig entgegengesetzt gerichteten Knochenverschiebung in den Atlas-Epistropheusgelenken, z. B. im rechten nach vorne, im linken nach hinten; diese Verletzung ist nicht von Zahnfraktur begleitet. (Wenn es bei der Verletzung auch zu einer Zahnfraktur kommt, wird eben — wie Wagner & Stolper hervorheben — der Atlas im ganzen nach vorne, nach hinten oder nach einer Seite disloziert.) Ob übrigens diese Verletzungsform wirklich vorkommt, erscheint mir fraglich; die Anführung der allerdings allgemein hieher gerechneten Fälle von Uhde — Hagemann — Boetger und von Hesse erscheint mir nicht einwandfrei.

Da man an der Wirbelsäule die Luxationen nach dem oberhalb der Verschiebungszone liegenden Wirbel benennt, so geht die atlanto-epistrophische Verrenkung allgemein unter dem Namen von „Luxation des Atlas" einher; ich möchte aber diese Verletzung — worauf ich übrigens bei der Demonstration meines Falles bereits vor Jahren (k. k. Gesellschaft der Ärzte, Wien, am 20. I. 1911, Wiener klinische Wochenschrift 1911, S. 145) aufmerksam gemacht habe — vor allem als **„Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk"** („untere Kopfluxation", „Luxatio capitis inferior") benannt wissen; denn bei der Verletzung ist die Verrenkung des Kopfes gegen den Hals bzw. Rumpf der Person, nicht die Verrenkung des Atlas gegen den Epistropheus die Hauptsache — sowohl nach der Art der Entstehung der Verletzung als auch nach dem ganzen Befund, der Atlas wird nur als kleiner, nebensächlicher Anhang vom großen (und wichtigen!) Körperteil: dem Kopf mitgerissen; bekanntlich heißt auch das Atlas-Epistropheusgelenk aus anatomischen und physiologischen Gründen mit Recht „das untere Kopfgelenk". (Die von mir vorgeschlagene Bezeichnung wurde übrigens seitdem bereits von mehreren Autoren [Brill u. a.] akzeptiert.)

Das Gegenstück dazu, die Luxation des Kopfes im okzipito-atlantischen Gelenke (oberen Kopfgelenk) sollte dann „obere Kopfluxation", „Luxatio capitis superior" genannt werden.

Auch Luxationen der Wirbelsäule in tieferem Niveau sollten besser anders als üblich benannt werden. Z. B. sollte man sagen statt „Luxation des 7. Halswirbels": „Luxation der Halswirbelsäule im Niveau zwischen 7. Halswirbel und 1. Brustwirbel", kurz „Luxation der Wirbelsäule 7. C./1. D." oder „C_7/D_1"; statt „Luxation des 8. Brustwirbels": „Luxation der Brustwirbelsäule im Niveau zwischen 8. und 9. Brustwirbel", kurz „Luxation 8./9. D." oder „D_8/D_9" usw. Es wäre dadurch eine Unterscheidung von der isolierten Luxation eines Wirbels, wobei dieser Wirbel als solcher aus der Wirbelreihe heraustritt, gegeben. Es soll speziell auch eine isolierte Verschiebung des Atlas vorkommen, bei welcher dieser Knochen seine normale Stellung zum Kopf und zu der Wirbelsäule verläßt, während diese beiden ihre gegenseitige anatomische Lage ziemlich beibehalten; dies ist eine Verletzung, welche den Namen „Luxation des Atlas" wirklich verdient.

Die Dislokationen des Kopfes im Niveau des unteren Kopfgelenkes sind, wie gesagt, in der Regel keine reinen Luxationen, es sind vielmehr meist Frakturluxationen, sie gehen mit einer Fraktur und vor allem mit basalem Abbruch der Dens epistrophei einher. Es handelt sich also nicht um eine einfache, reine Verrenkung, sondern — wie ich sagen möchte — um eine **„transdentale** Luxation" bzw. „Frakturluxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk", eine „untere Kopfverrenkung mit Zahnabbruch".



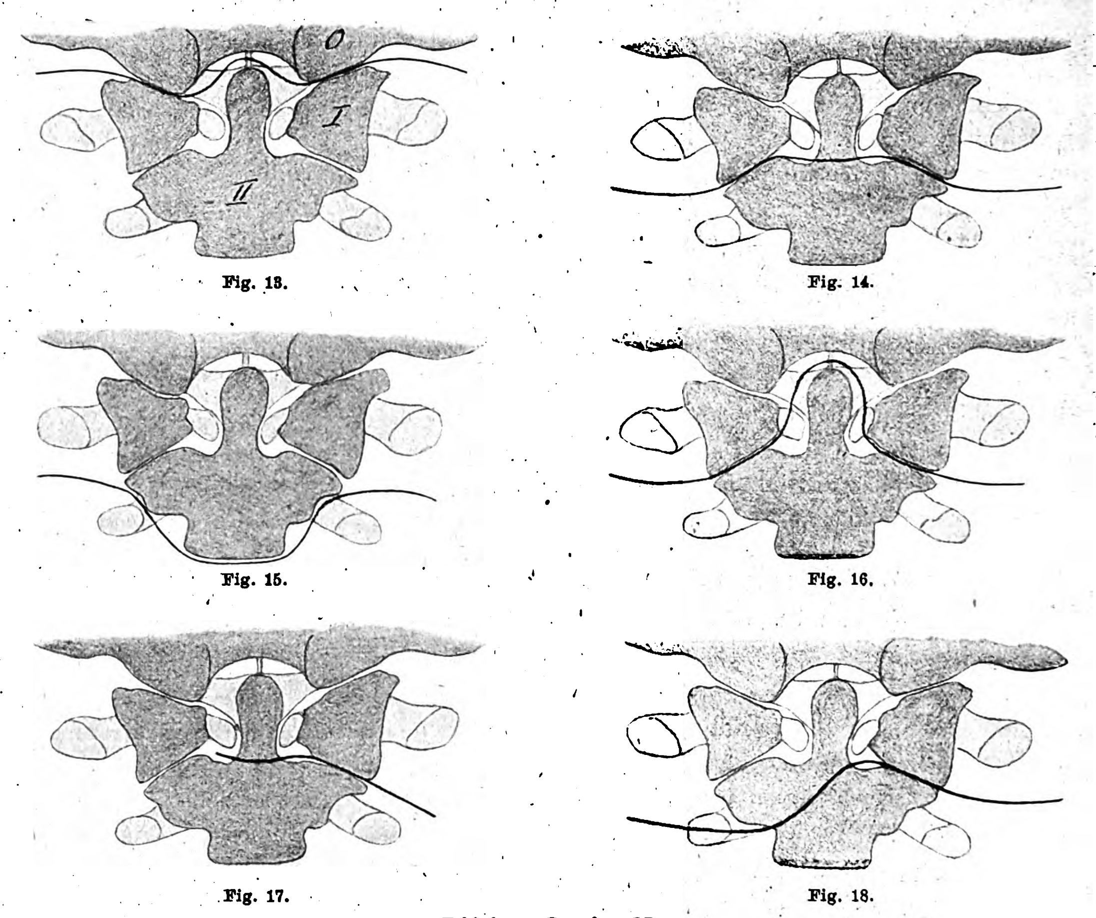


Fig. 13. Fig. 14.

Fig. 15. Fig. 16.

Fig. 17. Fig. 18.

Bilder-Serie II.

Fig. 13 bis 18. Verletzungen in der Okzipito-Zervikalregion.

Frontalschnitt durch die Region, mitten durch das obere und untere Kopfgelenk ziehend. (Einem Bild in Toldts anatomischem Atlas nachgezeichnet, dabei etwas schematisiert; die vom Schnitt getroffenen Skeletteile in dunklem Ton, die Bänder und abseits gelegenen Knochenteile in hellem Ton gehalten. Verkleinerung.)

0. Okziput, Schädelbasis.

I. Atlas: die rechte und linke Seitenmasse, keilförmig (dunkel), das dicke Querband (der Ansatz rechts und links innen an den Seitenmassen — im Durchschnitt: helle Ovale), rechter und linker Querfortsatz (hell).

II. Epistropheus: der Körper mit den flügelförmig angesetzten Seitenmassen (an den oberen zwei Dritteln des Körpers) und dem schlanken kopfförmigen Zahnfortsatz (dunkel); rechts und links von diesem die breiten Flügelbänder und das schmale Spitzenband des Zahnfortsatzes; rechter und linker Querfortsatz (hell).

Die Gelenkspalte gegeneinander schräg medial konvergierend gerichtet, der Spalt des atlanto-okzipitalen Gelenkes beiderseits von lateral oben nach medial unten (nach oben offener Winkel), der Spalt des atlanto-epistrophischen Gelenkes beiderseits von lateral unten nach medial oben ziehend (nach unten offener Winkel), also sowohl die Spalte jedes rechten und linken Gelenkes, als auch die Spalte des oberen und unteren Kopfgelenkes gegeneinander konvergierend, entsprechend der Keilform der Atlas-Seitenmassen.

In den Bildern die Trennungslinien für die verschiedenen Verletzungsformen vom Verfasser eingetragen.

Fig. 13. Luxation des Kopfes im oberen Kopfgelenk, sogen. „Luxation des Kopfes" überhaupt. Die Trennungslinie von links nach rechts im allgemeinen horizontal ziehend, nur leicht wellig verlaufend: durch den rechten und linken Teil des paarigen okzipito-atlantischen Gelenkes, durch die beiden Teile des Flügelbandes und durch das Spitzenband. (Vgl. Fig. 1.)

Fig. 14. Typische transdentale Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk, sogen. „Luxation des Atlas mit basalem Abbruch des Zahnfortsatzes des Epistropheus" (Verletzungsform I dieses Niveaus). Die Trennungslinie von links nach rechts im allgemeinen horizontal, nur etwas wellig verlaufend: als Verrenkungslinie durch den rechten und linken Teil des paarigen atlanto-epistrophischen

Gelenkes und als Bruchlinie durch den Zahnhals. (Erhaltenbleiben des oberhalb der Trennungslinie gelegenen Atlas-Querbandes und der Zahn-Bänder.) (Vgl. Fig. 2.)

Fig. 15. Luxation im Bereiche der Halswirbelsäule II/III, subepistrophische Luxation, Luxatio cervicalis super III, sogenannte „Luxation des Epistropheus". Die Trennungslinie unterhalb des II. Z.-W. wellig verlaufend, durch das paarige Gelenk II/III und die Bandscheibe II/III ziehend. (Die Trennungslinie zieht nicht durch die Querfortsätze, diese werden von der Linie nur scheinbar durchkreuzt, sie liegen ja mit den Basen gar nicht in unserem Frontalschnitt.) (Vgl. Fig. 3.)

Fig. 16. Peridentale Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk, Abart der typischen transdentalen Verrenkung (Verletzungsform II dieses Niveaus). Die Trennungslinie wie bei Form I durch die beiden Teile des atlanto-epistrophischen Gelenkes ziehend, dabei aber medial bogig auf und ab steigend um den Zahn herum, der unterhalb liegen bleibt, Durchtrennung der Zahn-Bänder. (Erhaltenbleiben des Atlas-Querbandes, unter dem der Zahn durchschlüpft.)

Das Bild kann auch gelten für die transligamentöse Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk (Verletzungsform III dieses Niveaus), wobei auch das Atlas-Querband durchtrennt wird. (Die Lage der Trennungslinie im Bild sogar mehr für diese Verletzungsform passend.)

(In keiner der beiden Verletzungsformen II und III eine Fraktur des Epistropheus-Zahnfortsatzes.) (Vgl. Fig. 4.)

Fig. 17 und 18. Asymmetrische Verletzungen.

Fig. 17. Unvollständige, unilaterale transdentale Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk, nur im rechten Wirbelgelenk I/II eine vollkommene Verrenkung. Die Trennungslinie etwas links von der Mittellinie beginnend, nach rechts durch den Zahnhals und durch den rechten Teil des atlanto-epistrophischen Gelenkes ziehend. (Linkes Gelenk unversehrt, höchstens subluxiert, die Bänder hier nicht stark gerissen, nur etwas gedehnt anzunehmen.)

Bei der Luxation des Kopfes in dem rechten atlanto-epistrophischen Gelenk nach vorne: primäre Drehstellung des Kopfes samt Atlas nach links (daher auch die Richtung des Gesichtes nach links), bei der Luxation des Kopfes nach hinten dagegen Drehung nach rechts.

Fig. 18. Kombination von unilateraler Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk und Schrägfraktur des Epistropheuskörpers. Die Trennungsfläche schräg verlaufend, von einer Seite zur anderen (von rechts nach links) stufenförmig absteigend; die Trennungslinie auf der rechten Seite als Luxationslinie durch das Seitengelenk I/II beginnend, dann gegen die Medianlinie und linke Seite absteigend als schräge Frakturlinie durch den Wirbelkörper ziehend, unterhalb der linken Seitenmasse (das Gelenk I/II dieser Seite oberhalb liegend, daher unversehrt) und schließlich wieder als Verrenkungslinie verlaufend, und zwar durch das weiter unten und hinten gelegene Wirbelgelenk II/III der linken Seite. (Beispiel: Fall von Wagner & Stolper, 20jähriger Bursch.)

Auch in den in der Literatur mit dem Titel „Fraktur des Epistropheuszahnes" beschriebenen Fällen war die Verletzung zum großen Teil mit einer dauernden Verschiebung im Atlas-Epistropheusgelenk verbunden, auch diese Fälle hätten also nicht nach dem Teilbefund der Zahnfraktur, sondern besser als „Luxation" oder wenigstens „Luxationsfraktur" im Bereich der Halswirbelsäule bezeichnet und entsprechend eingereiht werden sollen.

Die eben genannte transdentale Verletzung stellt eine typisch wiederkehrende Verletzungsform vor.

Abarten dieser Verletzung (Luxation der Form I dieses Niveaus) sind die beiden folgenden, nicht mit Fraktur vergesellschafteten Verletzungen, ebenfalls Luxationen des Kopfes im unteren Kopfgelenk, und zwar (II) mit Herausschlüpfen des Zahnes unter dem Ligamentum transversum und (III) mit Ruptur des Ligamentes; ich möchte dann von einer „peridentalen" bzw. „transligamentösen" Luxation sprechen (Verletzungsform II dieses Niveaus: „Luxatio capitis inferior peridentalis" und (Verletzungsform III des Niveaus: „Luxation capitis inferior transligamentosa").

Kapsel- und Band-Rupturen. I. Bei der typischen transdentalen Luxation des Kopfes werden gerissen, bzw. stark gedehnt: die Kapsel und dazugehörigen Bänder der beiden atlanto-epistrophischen Seitengelenke, ferner das Ligamentum nuchae zwischen dem hinteren Atlasbogen und Epistropheusbogen und vielleicht auch manchmal das vordere Ligament zwischen vorderem Atlasbogen und Epistropheuskörper, während durch die gewaltsame Verschiebung des Kopfes gegen den Hals des Individuums der Zahnfortsatz des Epistropheus basal abgebrochen wird; bei der Verschiebung des Kopfes nach vorne wird der Zahn vom hinteren Teil des ihn umfassenden Ringes: vom Atlasquerband mitgenommen, bei der Verschiebung des Kopfes nach hinten vom vorderen Atlasbogen selbst.

II. Bei der peridentalen Luxation werden gerissen außer den genannten Bänden noch das Ligamentum apicis dentis und die Ligamenta alaria, welche den Zahnfortsatz mit dem Schädel verbinden.



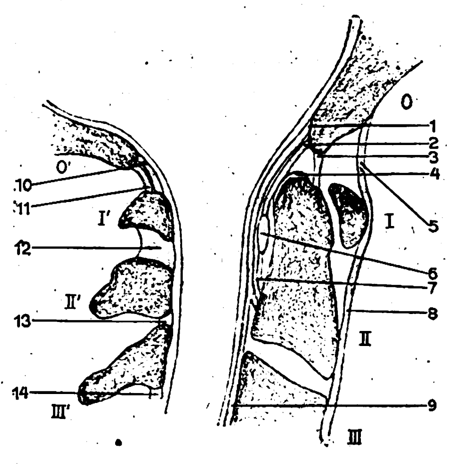


Fig. 19.

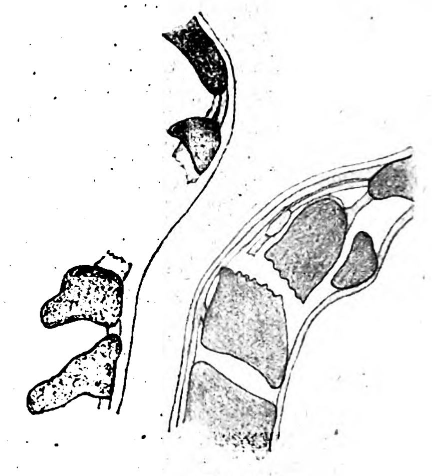


Fig. 20.

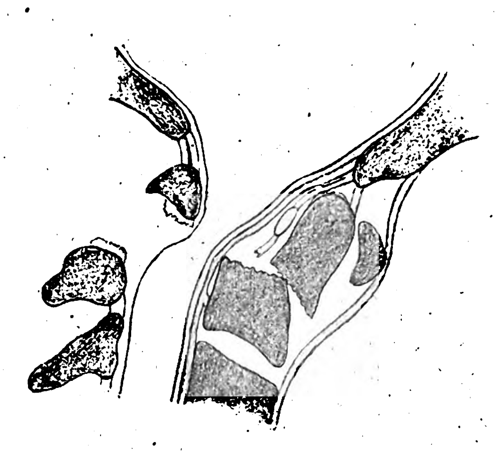


Fig. 21.

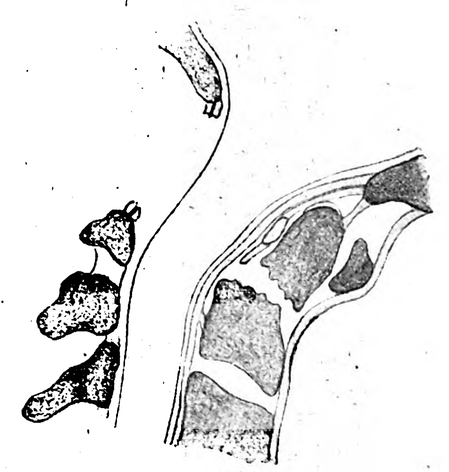


Fig. 22.

Bilder-Serie III.

Fig. 19 bis 22.

Bänderrupturen und Form (Weite) des Wirbelkanals bei mehreren Arten der unteren Kopfluxation. Anatomische Bilder, mediane Sagittalschnitte durch die Okzipito-Zervikalregion, Skelett und Bandapparat. Verkleinerung $^2/_3$.

Fig. 19. Normales Bild (nach einer Abbildung in Toldts anatomischem Atlas nachgezeichnet, dabei etwas schematisiert), Grundlage für die Konstruktion der folgenden Verletzungs-Bilder.

0 vorderer, 0′ hinterer Teil der Basis des Okziput,

I, I′, II, II′, III, III′ erster, zweiter, dritter Zervikalwirbel, vorderer und hinterer Teil. Besonders zu beachten der Atlas und Epistropheus, der letzere mit seinem dem Körper aufgesetzten (aus der Anlage des Atlaskörpers hervorgegangen) Zahnfortsatz, dieser oben vorne mit der Gelenkfläche für den Atlas (Hinterfläche des medianen Teiles des vorderen Ringes).

Vordere Bänder und Bandteile.

1 Membrana tectoria,

2 oberer Schenkel des Ligamentum cruciatum atlantis,

3 Ligamentum apicis dentis epistrophei,

4 oberflächliche Ausbreitung der Ligamenta alaria epistrophei,

5 Membrana atlanto-occipitalis anterior,

6 Ligamentum transversum atlantis (mittlerer, querer Schenkel des Ligamentum cruciatum atlantis),

7 unterer Schenkel des Ligamentum cruciatum atlantis,

8 Ligamentum longitudinale anterius (Fortsetzung von 5),

9 Ligamentum longitudinale posterius (Fortsetzung von 1).

Hintere Bänder und Bandteile.

10 Membrana tectoria (vgl. 1),
11 Membrana atlanto-occipitalis posterior (vgl. 5),
12, 13, 14 Ligamentum flavum, hinten zwischen den Bögen.

Fig. 20 bis 22. Typische transdentale Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk mit verschiedenem Grade der Vorwärtsverschiebung und Neigung der Teile, Konstruktionen nach dem Normalbild Fig. 19 durch Verfasser.

Fig. 20. Typische transdentale Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk mit mäßig starker Vorwärtsverschiebung und Neigung der Teile, dem von uns selbst beobachteten Fall nachgebildet (vgl. Röntgenbild [Seitenaufnahme], 6 Wochen nach der Verletzung) (Fig. 47 und 48). Der Zahnfortsatz des Epistropheus basal abgebrochen, die Zahnfortsatz-Bänder erhalten, querer Schenkel (Atlas-Querband) und oberer Schenkel des Kreuzbandes erhalten, unterer Schenkel des Atlas-Querbandes von der Hinterfläche des Epistropheuskörpers abgerissen, auch hinteres Bogenband I/II rupturiert, starke hintere Diastase der Bögen I und II.

Obwohl der Kopf samt dem Atlas ziemlich stark nach vorne verschoben, ist trotzdem der Wirbelkanal nicht merklich verengt, vielmehr nur etwas nach vorne abgebogen.

Fig. 21. Dieselbe Verletzungsform, aber mit starker Verschiebung des Kopfes samt dem Atlas nach vorne, dabei mit nur geringer Neigung der Teile und entsprechend geringer hinterer Bogendiastase I/II.

Ziemlich starke Einengung des Wirbelkanals von hinten nach vorne (Rückenmarkkompression) zwischen dem hinteren Bogen des nach vorne verschobenen Atlas und der hinteren oberen Kante des Epistropheuskörpers (hinterer Rand der Bruchfläche); das Gehirn samt dem verlängerten Mark und obersten Halsmark gegen das übrige Halsmark stark nach vorne verschoben.

Fig. 22. Abart der typischen transdentalen unteren Kopfluxation, und zwar auch noch mit Abbruch des hinteren Atlasbogens, ziemlich starke Verschiebung und Neigung der Teile nach vorne, der abgebrochene hintere Atlasbogen unter der Trennungszone geblieben, mit dem Epistropheusbogen in normaler Verbindung, dabei eine Ruptur der Membrana atlanto-occipitalis posterior und der Membrana tectoria. Starke hintere Diastase 0/I.

Keine Verengerung des Wirbelkanals, nur mäßige Abknickung nach vorne (keine Rückenmarkkompression).

III. Bei der transligamentösen Luxation wird außer allen genannten noch zerrissen das Ligamentum transversum atlantis.

Die bei den Verletzungsformen II und III reißenden Bänder: das Aufhängeband des Epistropheuszahnes, die Flügelbänder und das Querband des Atlas sind aber ungemein fest und widerstandsfähig, daher erklärt sich die große Seltenheit dieser Verletzungsformen gegenüber der typischen Verletzung I, bei welcher die genannten Bänder standhalten. Überdies führen die beiden atypischen Verletzungsformen meist augenblicklich zum Tode, wir werden uns daher mit ihnen in dieser Arbeit nicht weiter beschäftigen.

Von Kocher wird bezüglich der Richtung der Verschiebung bei den in verschiedenen Höhen sitzenden Frakturluxationen der Wirbelsäule hervorgehoben, daß der obere Teil in der Regel nach vorne rückt; dabei zieht eine im Wirbelkörper entstandene Bruchfläche schräg von hinten oben nach vorne unten. Es ist dies nach Kocher daraus zu erklären, daß durch den Unfall (Sturz) ein Druck in der Längsrichtung des Rumpfes und eine entsprechende axiale Kompression der Wirbelsäule stattfindet, wobei aber die Widerstandsfähigkeit gegen Druck an den vorne gelegenen Teilen der Wirbelsäule, an den spongiösen Wirbelkörpern geringer ist als den weiter hinten gelegenen Gelenksteilen; die Wirbelsäule wird daher in der Wirbelkörperreihe komprimiert und dadurch bogig kyphotisch gekrümmt, wobei die hinteren Bänder gedehnt werden. Die Bruchfläche entspricht der Richtung des Achsendruckes in dem Moment, in welchem die Wirbelkörper in die stärkste Beugestellung zueinander getreten sind; der obere Teil des gebrochenen Wirbels rutscht auf einer nach vorne abschüssigen Frakturfläche nach vorne. Nach Orsós soll dagegen die Richtung der Frakturlinie einfach der Richtung der stärksten Spannung entsprechen.

Daß beim Sturz des Menschen aus der Höhe mit Auffallen auf den Kopf von den verschiedenen Formen der Kopfverrenkungen in der Regel und in typischer Weise die transdentale untere Luxation des Kopfes nach vorne entsteht, dürfte sich meiner Meinung nach durch die folgenden Erwägungen erklären, wobei der Reihe nach alle vier charakteristischen Eigenschaften der Verletzung besprochen werden.

1. Richtung der Luxation nach vorne (Beugungsluxation). Beim Sturze des Körpers aus der Höhe schlägt der Kopf mit dem Scheitel auf den Boden auf. Der Kopf liegt nun mit seinem größeren Teil vor, mit dem kleineren Teil hinter seiner Verbindung mit dem Rumpfskelett, i. e. der Verbindungslinie der beiden Atlantookzipitalgelenke. Daher wird der Kopf im Momente der Gewaltein-



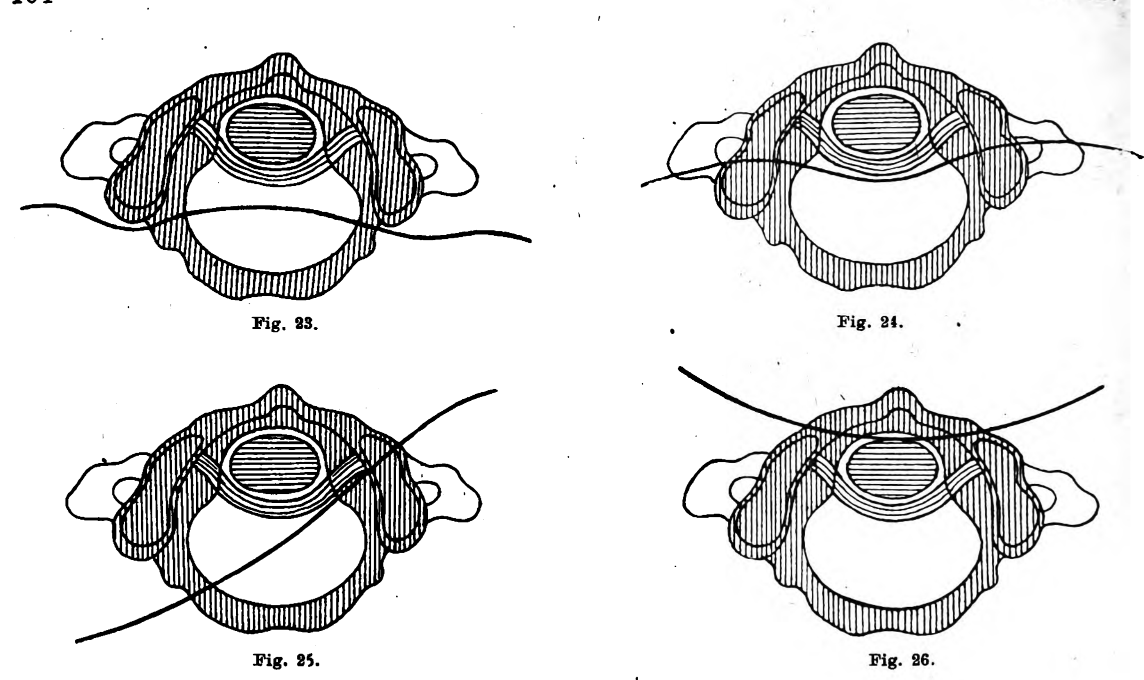


Fig. 23. Fig. 24.

Fig. 25. Fig. 26.

Bilder-Serie IV.

Fig. 23 bis 26.

Atlas-Frakturen. Die Bruchlinien meist beiläufig vertikal oder nur leicht schräg verlaufend. Der Atlas von oben gesehen gezeichnet. Der Atlasring mit den beiden Seitenmassen mit den oberen Gelenkflächen (etwa bohnenförmig) senkrecht schraffiert, der rechte und linke Querfortsatz nicht schraffiert, das bogig verlaufende Atlas-Querband mit parallelen Innenlinien versehen, der Epistropheuszahn (vorne vom vorderen Atlasring, hinten vom Querband umschlossen) wagrecht schraffiert. Verkleinerung.

Fig. 23. Abbruch des hinteren Bogens, bilaterale hintere Bogenwurzel-Querfraktur. Die Trennungslinie hinter den Seitenmassen durch die r. und l. Bogenwurzel ziehend. (Manchmal Teilbefund der typischen transdentalen Kopfluxation im unteren Kopfgelenk nach vorne.)

Fig. 24. Bilaterale Seitenmassen-Querfraktur. Die Trennungslinie durch die rechte und linke Seitenmasse ziehend, quer durch die atlanto-epistrophischen Gelenke (Gelenkfraktur).

Fig. 25. Asymmetrische Verletzung, unilaterale Seitenmassen- und kontralaterale hintere Bogenwurzel-Querfraktur. Die Trennungslinie schräg von rechts vorne nach links hinten ziehend, vorne rechts durch die Seitenmasse und das Obergelenk, dann gegenüber: hinten links durch den hinteren Bogen.

Fig. 26. Abbruch des vorderen Bogens, bilaterale vordere Bogenwurzel-Querfraktur. Die Trennungslinie vorne, und zwar in vornekonkavem Bogen verlaufend, vor der rechten und linken Seitenmasse, durch die rechte und linke Wurzel des vorderen Bogens ziehend. (Manchmal Teilerscheinung der vorderen, andere Male der hinteren Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk.)

(Auch die gleichzeitige Abtrennung des vorderen und hinteren Bogens kommt vor, mit Isolierung der das Querband enthaltenden und die Gelenkflächen für das Ober- und das Untergelenk tragenden Seitenmassen, die nun die mediane Verbindung verloren haben; dabei manchmal auch der Zahnfortsatz des Epistropheus basal abgebrochen. Beispiel: Fall von Speyer.)

---

wirkung gegen den Rumpf gebeugt, an ihm vorbei setzt der Rumpf die vertikale Abwärtsbewegung fort, er wird somit gegen den Kopf nach hinten verschoben; es erfolgt also eine Luxation des Kopfes nach vorne. Im Gegensatz zu Kocher ist ferner nicht so sehr der verschiedene Grad von Starrheit der vorderen und hinteren Teile der Wirbelsäule als vielmehr der vorderen und hinteren Teile des Rumpfes heranzuziehen: hinten die zusammenhängende feste Masse der Wirbelsäule verbunden mit Kopf und Becken, vorne dagegen vorwiegend Weichteile, nur geringe Knochenmassen. Wahrscheinlich wird endlich die Entstehung der genannten Luxationsrichtung noch dadurch begünstigt, daß der Mensch während des Sturzes aus Angst und reflektisch meist eine besondere Haltung einnimmt, den Rücken krümmt und den Kopf beugt. Mehrere Umstände, z. B. ein nicht streng senkrechtes Herabstürzen, eine asymmetrische Haltung des Kopfes, Unebenheit des Bodens (z. B. eine Stufe) führen zu einer asymmetrischen Berührung des Bodens und bringen mit sich, daß der Kopf nicht einfach nach vorne, sondern auch etwas nach der Seite

luxiert und gedreht wird, letzteres um so leichter, als das Zahngelenk einen sehr leicht funktionierenden Rotationsapparat darstellt.

Nur in Ausnahmefällen entsteht durch Fall auf den Kopf eine Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenke nach hinten. Diese Verrenkungsform wird wohl häufiger bei anderen Gelegenheiten beobachtet, durch Stoß oder Schlag gegen die Stirne, durch einen Schlag gegen den Nacken; ein Schlag gegen das Hinterhaupt führt dagegen zu vorderer Luxation.

2. Inklination. Durch die Beugung des Kopfes und durch die Luxation nach vorne kommt es zu einem Abgleiten der Gelenkflächen des Atlas von den Gelenkflächen des Epistropheus und vorderer Senkung des Atlas; durch die Gewalteinwirkung wird auch noch eine Dehnung der atlanto-epistrophischen Gelenkbänder und eine Diastase des Bogens des Atlas vom Bogen des Epistropheus hervorgerufen.

3. Betroffensein des unteren Kopfgelenkes. Daß die Luxationen des Kopfes gewöhnlich im unteren, nicht etwa im oberen Kopfgelenk erfolgen, daß also der Kopf bei der Verschiebung gegen den Hals den Atlas mitnimmt, erklärt sich aus dem anatomischen Bau der Region. Der Kopf ist nämlich mit dem Atlas sehr fest verbunden, und zwar erstens durch das feste Ligamentum cruciatum (das mit dem oberen Schenkel an das Okzipitale, mit dem queren Schenkel, dem „Ligamentum transversum" an den Atlas angeheftet ist) und zweitens durch die widerstandsfähige Membrana atlanto-occipitalis anterior und posterior, welche den vorderen und hinteren Bogen des Atlas mit dem Kopf verbindet.

4. Zahnfraktur. Der Zahn kann, ebenso wie der Atlas, den Kopf nicht leicht verlassen. Kopf, Atlas und Epistropheuszahn sind nämlich miteinander zu einem festen System verbunden. Der Zahnfortsatz des Epistropheus ist erstens in einem durch den Atlas gebildeten festen Ring eingeschlossen, der vorne durch den vorderen Bogen (Knochen) und hinten durch das dicke Ligamentum transversum (sehr festes Bindegewebe) gebildet wird; dazu kommt zweitens, daß der Epistropheuszahn durch die Ligamenta alaria und das Ligamentum suspensorium dentis direkt mit dem Kopf fest verbunden ist.

Zuweilen nimmt übrigens der Kopf außer dem Epistropheuszahn nicht den ganzen Atlas, sondern nur einen Teil, und zwar die Hauptmasse (Gelenkteile und vorderen Bogen samt Querband) mit, während der abbrechende hintere Bogen des Atlas durch Reißen der hinteren atlanto-okzipitalen Bänder vom Kopf losgetrennt wird und mit dem Bogen des Epistropheus, also mit dem unterhalb der Trennungsfläche liegenden Teil der Halswirbelsäule verbunden bleibt.

Daraus, daß der Epistropheuszahnhals weniger fest, vor allem weniger elastisch als der Komplex der oben genannten Ligamente ist, erklärt sich die Seltenheit der Luxationen im unteren Kopfgelenk ohne Zahnfraktur: der peridentalen Luxation (wo auch eine Ruptur der Ligamenta alaria und des Ligamentum apicis vorhanden ist) und der transligamentösen Luxation (wo außerdem noch eine Ruptur des Ligamentum transversum stattfindet). Die Seltenheit dieser Verrenkungsformen ist für die von Unfällen Getroffenen ein sehr günstiger Umstand, denn bei den atypischen Luxationen findet durch den andrängenden Zahn meist eine schwere Markläsion mit augenblicklichem Exitus statt.

Daß die Kopfluxationen in der Regel im unteren, nicht im oberen Kopfgelenk stattfinden, hängt übrigens vielleicht auch damit zusammen, daß die atlanto-okzipitalen Gelenkflächen schräg von hinten unten nach vorne oben ansteigen und daher bei der Beugung des Kopfes nicht leicht eine Luxation zulassen.

Nach Entstehungsart, Symptomenkomplex und Bedeutung sind mit der genannten transdentalen Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk noch die folgenden Verletzungsformen enge verwandt, die ebenfalls in Verschiebung des Kopfes gegen den Rumpf bestehen, auch meist mit der Richtung nach vorne, wobei aber die Trennungslinie in der Wirbelsäule weiter unten liegt.

A) Fraktur des Epistropheuskörpers. Die Frakturlinie zieht nicht durch den Zahnhals, sondern weiter unten durch den Körper und die Seitenteile des Epistropheus; der ganze obere vordere Teil des Epistropheus bleibt mit dem Atlas und Kopf verbunden, dieser Komplex verschiebt sich gegen die übrige Wirbelsäule, und zwar in der Regel nach vorne.

B) Luxation des Epistropheus mit Fraktur des Bogens des Epistropheus. Die Trennungslinie zieht hinten durch das Ligamentum nuchae zwischen Atlas- und Epistropheusbogen, ferner durch die beiden Wurzeln des Epistropheusbogens, der vom Körper abbricht, und vorne durch die knorpelige Zwischenbandscheibe zwischen Epistropheus und 3. Halswirbel; fast der ganze Epistropheus bleibt mit dem Atlas und Kopf verbunden, dieser Komplex verschiebt sich gegen die übrige Halswirbelsäule, und zwar nach vorne, der hintere Teil (Bogen) des Epistropheus bleibt dagegen in seiner normalen Lage zum 3. Halswirbel.

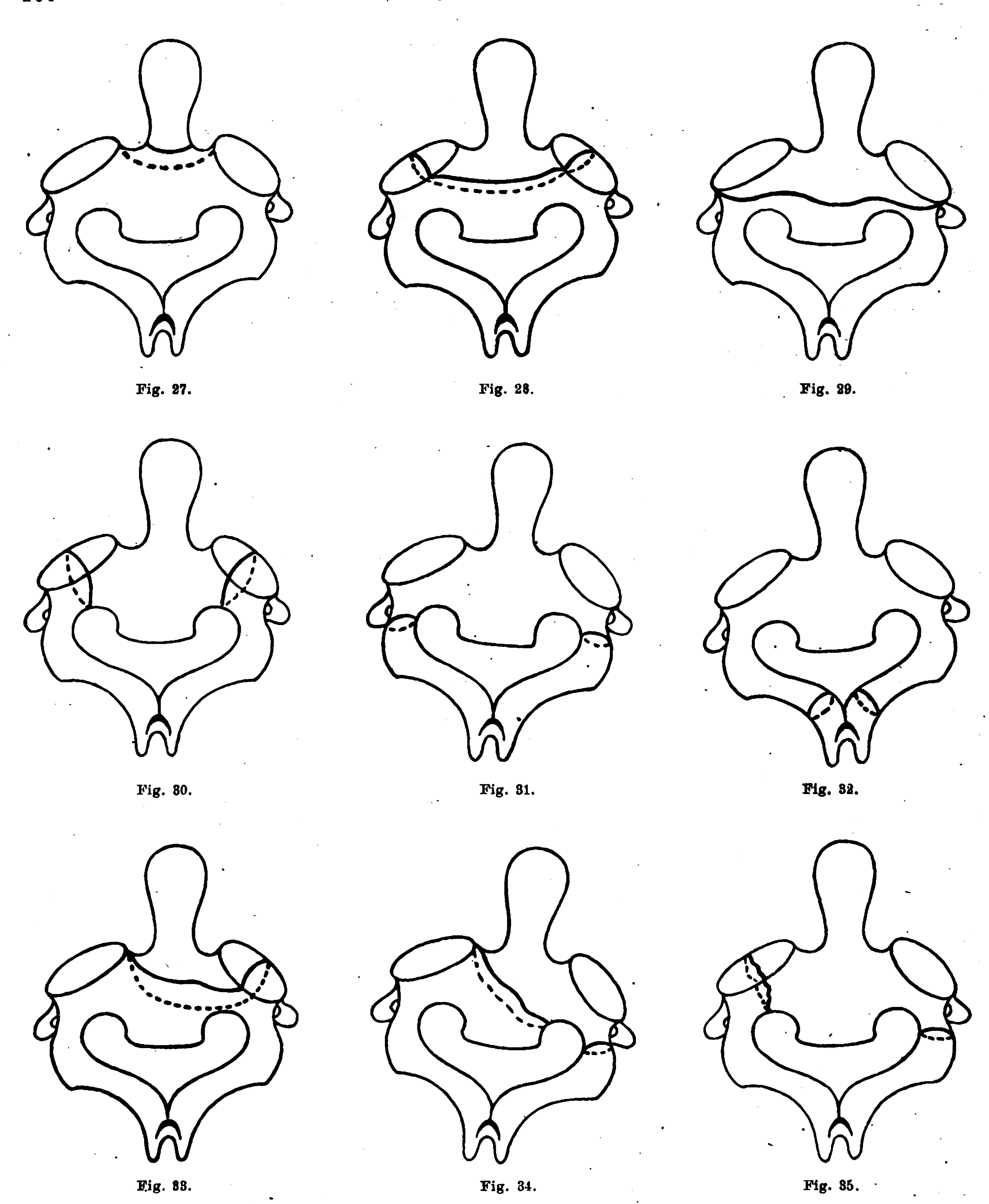


Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29.

Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32.

Fig. 33. Fig. 34. Fig. 35.

Bilder-Serie V.

Figuren 27 bis 35.

Epistropheus-Frakturen. Die Verletzungen teils mit der atlanto-epistrophischen Kopfluxation direkt verbunden, teils damit nur verwandt.

Der Wirbel schräg von hinten oben gesehen abgebildet. In der Mitte der Wirbelkörper, rechts und links die Seitenmassen tragend, diese mit den Gelenkflächen für das paarige Obergelenk versehen. Daran nach unten angesetzt gezeichnet (in Wirklichkeit einfach senkrecht [horizontal] abgehend) der hintere Teil des Wirbels, „Neuralring": rechte und linke Bogenhälfte, jede hinter der Wurzel mit einem Vorsprung nach unten versehen, mit der Gelenkfläche für das Untergelenk (dieses also nicht nur viel weiter unten gelegen als das Obergelenk, sondern auch viel weiter hinten). Zu unterst: das hintere Ende der

vereinigten Bögen: der Dornfortsatz. Zu oberst: der Zahnfortsatz, durch den Hals mit dem Wirbelkörper verbunden. Lateral an die Seitenmassen angesetzt (z. T. von ihnen überdacht) der kurze rechte und linke Querfortsatz, mit einem Loch für die Vertebralarterie. (Verkleinerung.)

In den Verletzungsbildern für verschiedene Frakturformen sind vom Verfasser die Bruchflächen eingetragen, und zwar der hintere (obere) Rand der Bruchfläche (hintere Bruchrandlinie) mit ausgezogener Linie gezeichnet, die vordere Bruchrandlinie mit unterbrochener Linie; diese letztere weiter unten gelegen als die erstere, entsprechend der Verschiebung der oberen Teile nach vorne mit vorderer Neigung (Knickung der Wirbelsäule). (Vgl. die Kochersche Regel vom meist schräg von hinten nach vorne absteigenden Verlauf der Bruchflächen bei Wirbelsäulenverletzungen, entsprechend der am häufigsten vorkommenden Richtung der Verschiebung und Abknickung des oberen Teiles nach vorne.) (Die Verletzungsbilder zum Teil etwas schematisiert, die tatsächlich vorkommenden Verletzungen nämlich meist asymmetrisch.)

Fig. 27. Basaler Abbruch des Zahnfortsatzes, bzw. Andeutung von Schrägbruch des daran anstoßenden obersten Teiles des Wirbelkörpers. Die Frakturlinie hinten genau durch die schmalste Stelle des Zahnhalses, vorne etwas tiefer: durch den Wirbelkörper ziehend. (Außerdem die regionäre Trennungszone als Verrenkungslinie durch die beiden Gelenke I/II fortgesetzt anzunehmen.)

(Auch bei ausgesprochenem Schrägbruch des Epistropheuskörpers ist nur eine Teilerscheinung einer Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk nach vorne vorhanden [Abart der typischen Verletzungsform]. Beispiel: Fall von Betz, hier aber die Verschiebung der oberen Teile angeblich nach hinten.)

Fig. 28. Quer- oder Schrägbruch des Wirbelkörpers und der Seitenmassen. Die Bruchfläche tiefer gelegen als im vorigen Fall, und zwar nicht nur durch den Wirbelkörper, sondern auch rechts und links durch die Seitenmassen ziehend, so daß die rechte und linke Obergelenkfläche in einen medialen und lateralen Teil geteilt wird: Gelenkbruch. (Vgl. Fig. 7.) (Wahrscheinlich manchmal gleichzeitig die rechte und linke Seitenmasse des Atlas abgebrochen, mindestens die lateralen unteren Kanten.) (Beispiel: Fall von Gurlt, wo die Verletzung allerdings auf beiden Seiten nicht ganz symmetrisch lokalisiert ist und auch noch aus dem Rand des Hinterhauptloches ein Stück herausgebrochen ist.)

Fig. 29. Querbruch des Wirbelkörpers und der Seitenmassen noch etwas tiefer als im vorigen Fall: unterhalb der oberen Gelenkflächen. Der Rand der Bruchfläche vorne und hinten beiläufig in derselben Höhe, die Obergelenke intakt. (Vgl. Fig. 8.) (Beispiel: Fall von Wagner & Stolper [20jähriger Bursch], wo aber eine etwas asymmetrische Verletzung vorliegt, mit Verschiebung der oberen Teile nach vorne.)

Fig. 30. Bilateraler Seitenmassen-Vertikalbruch. Wie in Fig. 28 ein oberer Gelenkbruch, aber der rechte und linke Teil der Trennungslinie voneinander getrennt (also zwei Bruchflächen vorhanden), etwa vertikal durch jedes Obergelenk ziehend. (Vgl. Fig. 9.) (Hier wahrscheinlich manchmal auch gleichzeitig die in den Gelenken I/II gegenüberliegenden Teile der Seitenmassen des Atlas [die unteren Kanten] seitlich gebrochen.)

Fig. 31. Abbruch des Bogens, bilaterale Bogenwurzel-Querfraktur. (Vgl. Fig. 10.) (Beispiele: Fälle von Bouvier, Nélaton.)

Fig. 32. Bilaterale hintere Bogen-Querfraktur. Der rechte und linke Teil der Trennungslinie so wie in Fig. 30 und 31 voneinander geschieden. (Bei noch weiter hinten gelegener einheitlicher Trennungslinie liegt ein isolierter Abbruch des Dornfortsatzes vor.)

Fig. 33 bis 35. Asymmetrische Frakturen.

Fig. 33. Asymmetrische Wirbelkörper-Seitenmassen-Schrägfraktur mit Bruch eines Obergelenks. Die Trennungslinie links oben an der Grenze zwischen linker Seitenmasse und Körper nicht weit von der Mittellinie beginnend, dann unterhalb des Zahnhalses schräg im Körper nach rechts absteigend und schließlich wieder aufsteigend das rechte Obergelenk durchquerend; der hintere Bruchflächenrand höher gelegen als der vordere — entsprechend den Abgleiten des oberen Abschnittes über den unteren nach vorne, mit vorderer Neigung. (Die Trennungsfläche links durch den Spalt des linken Gelenkes I/II verlängert zu denken [hier keine Fraktur]: rechts die im Obergelenk gegenüberliegenden Atlas-Seitenmassen (unteren Seitenkanten) meist auch gebrochen anzunehmen.)

Fig. 34. Asymmetrische Wirbelkörper-Schrägfraktur mit Bogenwurzelbruch. Die Bruchfläche links beginnend wie in Fig. 33, dann aber steiler nach rechts absteigend bis zur unteren Einsattlung zwischen Körper und rechter Seitenmasse, der hintere Bruchrand wie in Fig. 33 höher gelegen als der vordere; in Fortsetzung dieser großen, im allgemeinen medianen Bruchfläche eine zweite kleine vorhanden, weiter unten und hinten gelegen, durch die Wurzel der rechten Bogenhälfte ziehend unterhalb des vorderen Randes des rechten Untergelenkes. (Die Trennungsfläche links wie in Fig. 33 noch durch den Spalt des linken Gelenkes I/II ziehend anzunehmen, das rechte Gelenk I/II dagegen unversehrt, oberhalb der Trennungslinie liegend.) (Beispiel: Fall von v. Thaden.)

Fig. 35. **Unilateraler Seitenmassen-(Obergelenk)-Bruch und kontralaterale Bogenwurzel-Fraktur.** Eine linke und eine rechte Bruchfläche vorhanden, die linke oben quer durch das linke Obergelenk ziehend (hier auch eine Atlasverletzung anzunehmen wie in Fig. 28 und 30 — der linke Teil des Bruchgebietes weiter lateral liegend als in Fig. 34), die rechte Bruchfläche dagegen wie in Fig. 34 kontralateral weiter unten hinten gelegen, durch die rechte Bogenwurzel ziehend. (Ähnliche Beobachtung: Fall von Uhde, der Bruch hier allerdings noch etwas komplizierter.)

C) **Luxation des Epistropheus mit Fraktur der Bögen von Atlas und Epistropheus.** Die Trennungslinie zieht hinten durch das Ligamentum nuchae zwischen Hinterkopf und Atlasbogen, ferner durch die Basen des hinteren Atlas- und des Epistropheusbogens (die beiden Bögen brechen ab) und vorne durch die Bandscheibe zwischen 2. und 3. Halswirbel. Die Hauptteile der zwei obersten Wirbel (Körper und Seitenteile) werden mit dem Kopf gegen die übrige Halswirbelsäule nach vorne disloziert, die Bögen der zwei Wirbel bleiben dagegen in ihrer normalen Lage zum 3. Halswirbel.

Bei A) sind Atlas und Epistropheus entweder in den atlanto-epistrophischen Gelenken in normaler Verbindung geblieben und zwar wenn die Frakturlinie im Epistropheus unterhalb der Obergelenke zieht, oder es sind die beiden Wirbel nur zum Teil miteinander in normalem Kontakt geblieben, wenn nämlich die Frakturlinie weiter oben liegt und durch die Gelenkkörper zieht; bei B) und C) sind die atlanto-epistrophischen Gelenke immer ganz frei von Dislokation.

Von diesen, der typischen unteren Kopfluxation enge verwandten Verletzungsformen sollen hier einige Beispiele gegeben werden, teils mit Sektions-, teils mit Röntgenbefund; sie werden von den Autoren und in der Literatur einfach als „Fälle von Epistropheusfraktur" geführt.

1. Sektionsbefunde.

Betz 1885. 76jähriger Mann. In eine tiefe Grube gefallen, mit der linken Gesichtsseite aufgeschlagen und sofort gestorben. Der Kopf nach hinten gebeugt und nach rechts gedreht. Tod. Sektion. Der Epistropheuszahn ist mit einem Stück des Körpers abgebrochen, Bruchlinie von hinten oben nach vorne unten ziehend (das den Zahn tragende Fragment ist ca. 3 cm breit, aus seiner Lage nur wenig verrückt); auch der hintere Bogen des Atlas abgebrochen und nach hinten disloziert. Die Ligamenta alaria und das Ligamentum suspensorium dentis teilweise zerrissen. Die Medulla stark gequetscht. (Ob es sich zur Zeit der Gewalteinwirkung wirklich um eine Verschiebung des Kopfes nach hinten gehandelt habe, erscheint mir übrigens zweifelhaft.)

Gurlt 1864. Abbildung eines Knochenpräparates aus der pathologisch-anatomischen Sammlung von Braunschweig. Im Epistropheus eine Frakturlinie, durch die beiden Seitenmassen in querer Richtung ziehend, und zwar rechts durch den hinteren, links durch den vorderen Teil der oberen Gelenksfläche; der Epistropheuskörper samt Zahn und vorderen Teilen der Seitenmassen von den hinteren Teilen der Seitenmassen, welche den Bogen und Dorn tragen, abgetrennt. Auch aus dem Rand des Hinterhauptloches ein Stück herausgebrochen.

Wagner & Stolper 1885. 20jähriger Bursche. Stoß gegen den Hinterkopf erhalten, darauf Lähmung vom Halse abwärts. Tod am 20. Tag. Sektion. Querfraktur des Epistropheus, die Bruchlinie quer durch den linken Seitenteil, den Körper und den rechten Seitenteil ziehend; das obere Stück nach vorne gerutscht. Das Rückenmark unversehrt.

v. Thaden 1874. 51jähriger Mann. Sturz auf der Treppe, Halswirbelverletzung, keine Lähmung. Die Verletzung heilte unter Extension innerhalb 10 Wochen. Nach $5^1/_2$ Jahren trat Tod an Pneumonie ein. Sektion. Geheilter Schrägbruch des Körpers des Epistropheus und der linken Bogenhälfte.

Uhde 1856. Mann. Vom Baum gestürzt und auf den Hinterkopf und Rücken aufgefallen; Schmerzen im Nacken. Keine sichtbare Dislokation, aber vollständige Lähmung vom Halse abwärts. Nach 13 Tagen Exitus. Sektion. Bogen des Epistropheus beiderseits dicht unter dem Processus obliquus superior gebrochen, links auch Bruch des Processus transversus, hinterer Bogen des Atlas dicht an der Basis abgebrochen, die vordere Verbindung der Wirbelkörper größtenteils getrennt. (Auch 6. und 8. Halswirbel gebrochen, ferner das Sternum und Darmbein frakturiert.)

Bouvier 1844. 76jährige Frau. Pneumonie mit Delirien, dabei Sturz aus dem Bett, Fall auf den Hinterkopf. Schmerzen und Steifigkeit im Nacken, keine Lähmungen. Nach 3 Tagen Exitus an Pneumonie. Sektion. Der Bogen des 2. Halswirbels beiderseits an den Wurzeln senkrecht von den unteren Gelenkfortsätzen und von dem Körper abgetrennt, rechts mit Eröffnung des Foramen vertebrale; keine Dislokation der Bruchstücke.

2. Röntgenbefunde.

Nélaton-Béclère 1906. 73jährige Frau. Sturz auf der Treppe nach hinten mit Auffallen auf den Hinterkopf, keine Lähmungen, aber schmerzhafte Anschwellung im Nacken und Steifigkeit. Nach einer Woche geht Patientin wieder umher. 3 Monate nach dem Unfall Röntgenuntersuchung. „Fraktur des Epistropheus, Körper desselben nach vorne, Bogen mit Dorn nach hinten verschoben."

van der Vloet 1909. Arbeiter. Von einer Leiter gestürzt, auf den Nacken aufgefallen, durch kurze Zeit besinnungslos. Sehr heftige Schmerzen in der Hinterhauptgegend, starke Beschränkung in der Beweglichkeii des Kopfes. An der hinteren Wand des Pharynx ein knochenharter Tumor zu fühlen. Hautsensibilität am linken Ohr herabgesetzt. Atrophie der Schultermuskulatur und Parese des linken Armes und Beines. Röntgenuntersuchung. „Zertrümmerung des Körpers und der linksseitigen Gelenkfortsätze des Epistropheus." Im Laufe von 8 Monaten keine Veränderung.

Auch Kochers Einteilung der Wirbelverletzungen ist beim Studium der Läsionen der obersten Halswirbel anwendbar; die Verletzungen der Wirbelsäule werden in 2 Hauptgruppen eingeteilt.

1. Partielle Wirbelverletzungen, wobei eine Fraktur des Wirbels eintritt, aber nur ein Teil desselben eine Verschiebung erfährt;

2. Totalluxationsfrakturen mit einer vollständigen Verschiebung eines Wirbels gegen den Nachbarn, indem alle 3 Hauptverbindungen mit demselben gelockert sind (die Synchondrose der Körper, beide Seitengelenke und der Bandapparat der Bögen und Dorne) und noch eine Fraktur vorhanden ist.

Darnach wären die oben genannten Formen der atlanto-epistrophischen Verrenkung und den tiefer gelegenen Verletzungen, welche meist mit Verschiebung in beiden Seitengelenken einhergehen, im allgemeinen zu den totalen Luxationsfrakturen zu rechnen.

II. Klinische Symptome der Verletzung.

Die folgenden Ausführungen betreffen vor allem die typische untere Kopfverrenkung, aber nebenbei sind auch die selteneren Verletzungsformen berücksichtigt.

Unfall, Gehirnverletzung.

Der zur Verrenkung des Kopfes im unteren Kopfgelenk, zur transdentalen Luxation führende Unfall ist, wie gesagt, am häufigsten ein Sturz aus der Höhe mit Aufschlagen des Kopfes und zwar des Hinterkopfes, des Scheitels oder der Stirne — ein Fall auf der Treppe, ein Sturz vom Gerüst, vom Fenster, von einer Anhöhe, vom Baume, vom beladenen Heuwagen oder vom Pferde usw.; oder der Körper des Individuums ist der ruhige Teil, ein Gegenstand schlägt aber mit Gewalt gegen den Kopf oder Hals (z. B. Steine, Erde, schwere Heubündel usw.). Im Falle von Palletta brach der Patient unter einer schweren Last, die er am Kopfe trug, zusammen, sie drückte dabei den Kopf gewaltsam nieder. Im Falle von Bernstein wurde das Schwungrad einer Maschine gegen die Halsseite des Mannes geschleudert. Auch das Schlagen und Stoßen mit den Fäusten oder mit Gegenständen auf den Nacken oder Hinterkopf kann die Luxation hervorrufen, wie die Beobachtungen von Costes, Bernhuber und Küster lehren. Die Patientin von Hun erhielt Schläge mit einem Eisen gegen den Kopf und wurde dann überdies noch am Boden liegend am Kopf und Nacken getreten. Auch ein Überfahrenwerden kann natürlich die Ursache sein. Merkwürdigerweise ist die Verletzung anscheinend wiederholt auch beim Führen eines schwer beladenen Schubkarrens durch plötzliches Anstoßen an ein Hindernis entstanden (Bell, Hutchinson). Schließlich soll die Läsion auch beim Erhängen eintreten können. Durch einen Schuß in die Region (Richet u. a.) können die Ligamente und Knochen direkt rupturiert werden.

Daß bei den genannten Unfällen nicht selten auch eine Verletzung des Kopfes, der Kopfhaut, des Schädels und Gehirns entsteht, ist leicht begreiflich. In unserem Fall war eine Wunde über dem linken Scheitelhöcker vorhanden; im Falle v. Assens entstand eine Kopfwunde; der 70jährige Patient v. Thadens akquirierte von der Kopfwunde aus noch ein Erysipel und erlag der Infektion. Eine Schädelverletzung dürfte öfters stattgefunden haben, wenn auch darüber nichts berichtet wurde. Bewußtlosigkeit gleich nach dem Unfall durch Schock oder Gehirnerschütterung ist häufig, sie wurde in den Fällen von Gibson, Ehrlich, Marschall, Melicher, Philipps, v. Thaden (2 Fälle), Uhde-Hagemann-Boettger angegeben, in unserem Falle dauerte sie angeblich 21 Stunden, im Falle von Wagner & Stolper 24 Stunden. Ferner kann eine psychische Störung entstehen; so befand sich unser Patient nach dem Unfall durch mehrere Wochen in einem Dämmerzustand.

Lokale klinische Symptome.

Der Patient klagt über Schmerzen im Hinterkopf und obersten Teile des Nackens, und zwar meist gleich nach dem Unfall, bzw. nach dem Erwachen aus einer Bewußtlosigkeit; zu-



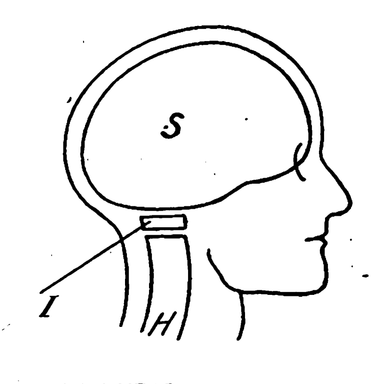


Fig. 36.

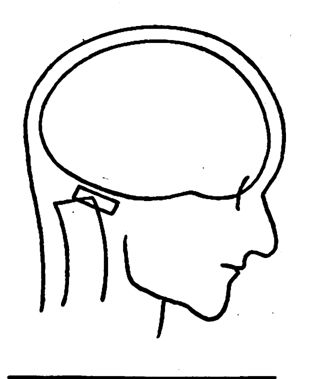


Fig. 37.

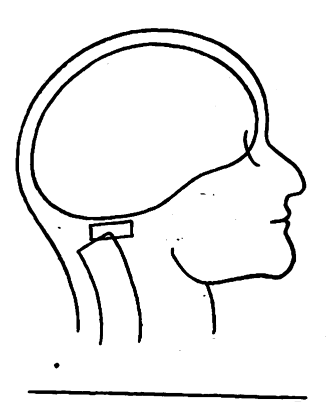


Fig. 38.

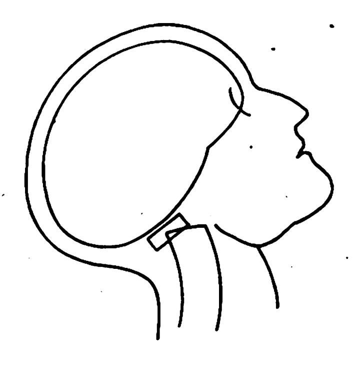


Fig. 39.

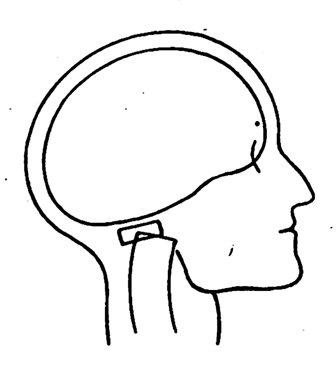


Fig. 40.

Bilder-Serien VI und VII.

Fig. 36 bis 43.

Typische transdentale Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk mit Verschiebung nach verschiedenen Richtungen.

Der Atlas mit dem darin eingeschlossenen (vom Epistropheuskörper basal abgebrochenen) Zahnfortsatz bleibt als kleiner Appendix mit dem Kopf verbunden. (Schematische Darstellung für klinische Zwecke, nach Verfasser.)

Bilder-Serie VI.

Fig. 36 bis 40.

Vordere und hintere Verrenkung.

Fig. 36. Normales Seitenbild mit Einzeichnung des Skeletts (Sagittalschnitt).
S Schädel,
I Atlas (mit abgebrochenem Epistropheuszahn),
H übrige Halswirbelsäule (Z.-W. II bis VII).

Fig. 37 und 38. Luxation nach **vorne** mit vorderer Neigung.

Fig. 37. Anfangsstellung während der Gewalteinwirkung und gleich nachher.

Fig. 38. Korrektur der Neigung mit Maskierung der Verrenkung durch Streckung der Wirbelsäule.

Fig. 39 und 40. Luxation nach **hinten** mit hinterer Neigung.

Fig. 39. Anfangsstellung.

Fig. 40. Korrektur der Neigung mit Maskierung durch Beugung der Wirbelsäule.



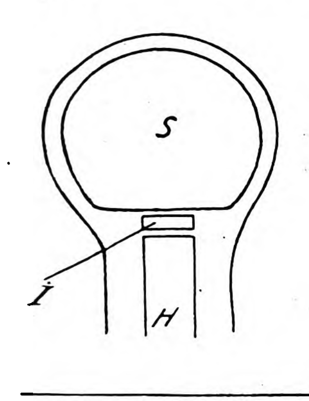


Fig. 41.

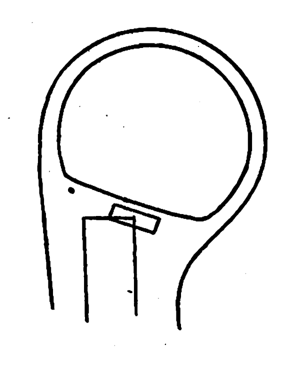


Fig. 42.

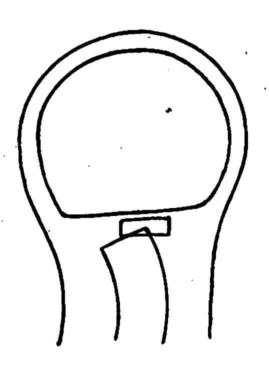


Fig. 43.

Bilder-Serie VII.

Fig. 41 bis 43.

Luxation nach einer Seite mit Neigung.

Fig. 41. Normales Vorder- (en face) oder Hinterbild mit Einzeichnung des Skeletts (Frontalschnitt).

Fig. 42. Anfangsstellung.

Fig. 43. Korrektur der Neigung mit Maskierung durch Verrenkung.

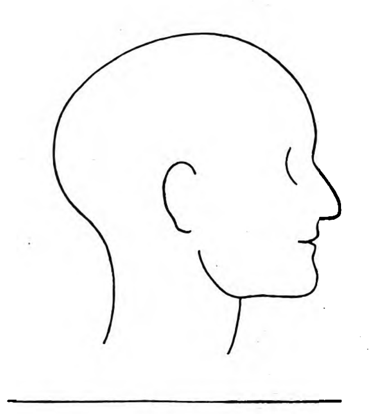


Fig. 44.

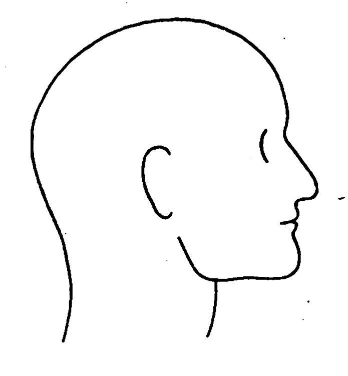


Fig. 45.

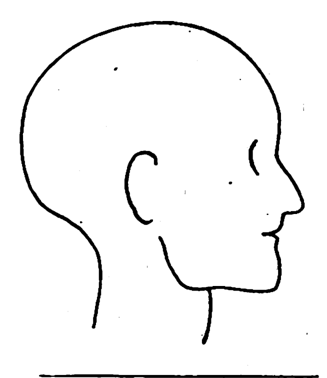


Fig. 46.

Bilder-Serie VIII.

Fig. 44 bis 46.

Typische transdentale **Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk** mit Verschiebung in der Sagittalrichtung mit Maskierung der Verletzung, bei äußerer seitlicher Besichtigung der Körperteile. (Halbschematische Darstellung für klinische Zwecke, nach Verfasser.)

Fig. 44. Normales Seitenbild.

Fig. 45. Vorderluxation mit Korrektur der Neigung. Das Gesicht über die Brust etwas zu stark vortretend, das Hinterhaupt über den Nacken zu wenig zurückspringend, oberer Teil des Halses im Sagittaldurchmesser verdickt (die vorderen Weichteile [samt dem Kehlkopf] mit dem Kopf nach vorne verschoben).

Fig. 46. Hinterluxation mit Korrektur der Neigung. Das Gesicht über die Brust zu wenig vortretend, das Hinterhaupt über den Nacken zu stark zurückspringend, oberer Teil des Halses im Sagittaldurchmesser leicht verdünnt (die vorderen Weichteile von vorne nach hinten etwas zusammengedrückt, gegen die Wirbelsäule gepreßt).

weilen treten übrigens die Schmerzen erst einige Stunden später auf; sie sind oft sehr heftig und steigern sich bei Bewegungen noch.

Oft sind sowohl gleich nach dem Unfall als auch in der folgenden Zeit Zeichen einer Herabsetzung bzw. Aufhebung der Sicherheit der Kopfhaltung, speziell **Festigkeit** der Kopf-Halsverbindung („Tragfähigkeit der Halswirbelsäule", Quetsch) vorhanden. Davon sollen — wie ich vorschlagen möchte — drei Grade unterschieden werden, sie sind von der Stellung der Teile (Stärke der Dislokation, Art des Kontaktes der Knochen) und von dem Grad der Bänderzerreißung bzw. Dehnung abhängig.

1. Schwerster Grad. Der Kopf hat den Halt ganz verloren, er ist wie „vom Halse abgebrochen" oder „abgerissen" und fällt schlaff in der Richtung der Schwerkraft, also — auf den Rumpf bezogen — nach der einen oder anderen Richtung herab, bei aufrechtem Oberkörper meist nach vorne oder nach einer Seite, beim Aufheben des Rumpfes aus Rückenlage nach hinten. Dieser Zustand war z. B. vorhanden in den Fällen von Spangenberg, Costes, Bernhuber, Ehrlich, Horn, Huber, Küster, Melicher, Palletta, Peabody, Preiß, Wittek. Huber bemerkt zu seinem Falle treffend, daß dadurch der Verletzte „wie ein Guillotinierter aussah, mit dem Unterschied, daß der Kopf dem äußeren Ansehen nach noch mit dem Rumpfe zusammenhing".

2. Mittlerer Grad. Der Kopf wird beim Gehen in bestimmter Stellung steif gehalten und zur Erlangung von Sicherheit und Schmerzfreiheit außerdem noch mit den Händen gestützt. Diese Erscheinung war in zahlreichen Fällen zu beobachten, sie war auch in unserem Fall in der ersten Zeit vorhanden.

3. Leichtester Grad. Der Kopf hat beim Gehen anscheinend nichts vom normalen Halt eingebüßt, wird aber — wenn man genau zusieht — doch meist recht steif gehalten, und zwar meist hoch getragen. Wagner & Stolper sagen in solchen Fällen, einen prägnanten Vergleich benützend, daß „die Patienten mit statuenhaft steif gehaltenem Kopfe umherwandeln".

Der Patient nimmt dabei eine Haltung ein, bei der wahrscheinlich der Schwerpunkt des Kopfes über dem Epistropheuskörper liegt; zur Festigung hilft auch eine teils vom Patienten aktiv vorgenommene, teils reflektorisch entstehende starke Anspannung der Halsmuskulatur mit, ferner manchmal noch eine „Verhakung", „Verzahnung" der gegeneinander verschobenen Wirbel. Diese tritt vor allem ein, wenn ein oder beide Gelenkfortsätze des Atlas ganz vor oder hinter die Gelenkfortsätze des Epistropheus verschoben und abgeglitten, die meisten Bänder aber erhalten geblieben sind; auch der abgebrochene Epistropheuszahn kann bei der Festigung mithelfen. Nur wenn der Kranke sich niederlegt oder aufsetzt, hält er den Kopf hinten mit den Händen fest (z. B. unser Patient).

Zuweilen wollen sich die Patienten überhaupt nicht ins Bett legen, sie ziehen es vor, in sitzender Stellung zu bleiben. Die Patienten von Melicher, Bernhuber, Nélaton legten sich mehrere Wochen nicht nieder; unser Kranker wurde nach dem Unfall sitzend angetroffen.

Wenn der Patient zunächst die Zeichen von Kopffestigkeit des Grades 1 bietet, so wird daraus in günstigen Fällen im weiteren Verlauf Grad 2, ferner weiterhin Grad 3 (Fälle von Ehrlich, Spangenberg, Küster). Solange an der verletzten Stelle noch keine feste Verbindung eingetreten ist (sie muß nicht gerade durch Kallus an der Bruchfläche erfolgen), ist der Patient genötigt, beim Gehen die genannte eigentümliche Kopfhaltung einzunehmen („Anpassung an die beeinträchtigte Tragfähigkeit", Quetsch) und bei gewissen Bewegungen den Kopf mit den Händen zu stützen.

Stellung des Kopfes. Das Folgende gilt natürlich nur für die Grade 2 und 3, nicht für 1 mit schlaff hängendem Kopf. Von den Veränderungen in der gegenseitigen Stellung von Kopf und Hals sind der Richtung nach vier Arten zu unterscheiden: Winkelstellung zwischen beiden Teilen, Drehung (Rotation) des Kopfes, Verkürzung des Halses und Horizontalverschiebung des Kopfes.

A und B. Winkelstellung und Drehung. Der Kopf wird bei der typischen vor-

deren Luxation im unteren Kopfgelenk, wenn damit — wie gewöhnlich — eine Inklination des Atlas verbunden ist, nach vorne gebeugt gehalten. Doch ist dies keineswegs immer so deutlich zu erkennen wie man zunächst erwarten sollte; denn die Beugung wird manchmal durch entsprechende Gegenkrümmung der übrigen Wirbelsäule „maskiert" (Quetsch), der Kopf wird durch die gleichzeitige Vermehrung der Lendenlordose, sowie Streckung der Dorsal- und Halswirbelsäule hochgehoben, bleibt also nicht zur Brust herabgesunken; das tatsächliche Vorhandensein der Beugung des Kopfes ist dann nur mehr daran zu erkennen, daß das Kinn nach hinten „an die Brust" gezogen ist und die Stirne zu weit vorspringt. Übrigens könnte auch einmal der Kopf im oberen Kopfgelenk gehoben, das Gesicht nach oben gerichtet werden, dann würde die lokale Beugung ganz verschwinden. Die oben geschilderte „Anpassung an die beeinträchtigte Tragfähigkeit" des Halses für den Kopf durch entsprechend gehobene Kopfhaltung dauert bei dem so häufigen Ausbleiben einer Anheilung des Epistropheuszahns in der Folgezeit oft lange an (Fälle von Wittek, Quetsch [Nr. 57 mit Figur 95], Hildebrand [Fall II], unser Fall). In anderen Fällen bleibt allerdings die Inklination des Atlas mit ihren Folgezuständen ganz aus.

Der Kopf ist zuweilen zugleich auch nach einer Seite gesenkt und gedreht und zwar oft so gestellt, wie es der Kontraktion des Sternocleidomastoideus einer Seite entspricht; z. B. wird der Kopf nach rechts gesenkt und nach links gedreht gehalten. Es ist dann entweder eine asymmetrische Verschiebung in den zwei atlantoepistrophischen Gelenken vorhanden, auf einer Seite viel stärker als auf der anderen Seite, oder es hat gleichzeitig noch ein Atlasbogenbruch oder einseitiger Atlas- oder Epistropheus-Seitenmassenkompressionsbruch stattgefunden. Auch die seitliche Senkung und Drehung des Kopfes im verrenkten unteren Kopfgelenk kann durch kompensatorische Krümmung der Wirbelsäule maskiert werden (Fälle von Bernstein, Wittek, unser Fall).

Eine ganz ähnliche Stellung des Kopfes kann auch bei anderen Verletzungen vorkommen, z. B. bei bloßem Bruch der einen Massa lateralis des Atlas (Fall von Marschall) oder bei Schrägbruch des Epistropheuskörpers (Fall von v. Thaden, 51jähriger Mann).

Bei der Luxation des Kopfes nach hinten sollte man, wenn damit eine hintere Senkung des Atlas verbunden ist, erwarten, daß der Kopf nach oben gerichtet sei; doch wird die abnorme Stellung des Kopfes zur Halswirbelsäule (Epistropheus) auch hier dadurch maskiert, daß die Wirbelsäule eine kompensatorische Krümmung einnimmt oder daß der Kopf im oberen Kopfgelenk gebeugt wird. Oft ist der Kopf zugleich auch noch seitlich gesenkt und gedreht, z. B. durch asymmetrische Luxation in den atlanto-epistrophischen Gelenken (Verrenkung auf der einen Seite vollständig, auf der anderen Seite unvollständig).

Bei der Luxation des Kopfes nach einer Seite ist der Kopf zunächst entsprechend seitlich gesenkt, doch kann wahrscheinlich auch hier die Senkung bald durch Gegenkrümmung der Wirbelsäule maskiert werden; übrigens ist der Kopf wohl nie rein seitlich verrenkt, sondern dabei immer auch etwas gedreht und gebeugt, was die Verhältnisse kompliziert gestaltet.

Bei der angeblich zuweilen vorkommenden, reinen Rotationsluxation wäre wahrscheinlich der Kopf nur stark gedreht ohne sonstige Stellungsänderung. (Bilder-Serien VI und VII.)

C. Verkürzung des Halses. Durch die genannten mehr oder weniger typischen Verletzungen, speziell durch die Senkung des Atlas gegen den Epistropheus vorne, seitlich oder hinten, aber auch durch Kompressionsfrakturen der Seitenmassen von Atlas, Epistropheus oder Hinterhauptkondylen oder des Epistropheuskörpers, endlich auch durch Bruch der Schädelbasis am Hinterhauptloch selbst, kommt es zu einer echten Senkung des Kopfes gegen den Rumpf — nicht einfach zu Senkung durch Beugung des Kopfes im oberen Kopfgelenk u. dgl. — und dadurch zu einer entsprechenden Verkürzung des Halses (in unserem Fall in späterer Zeit auch äußerlich nachweisbar).

D. Verschiebung des Kopfes (Horizontalverschiebung). Die ganze Form, „Konfiguration" der oberen Hals- speziell Nackenregion ist durch Verschiebung des Kopfes (samt Atlas)



gegen den Hals (Epistropheus) eine eigentümliche. Wenn die Luxation nach vorne erfolgt ist, so erscheint bei seitlicher Betrachtung der Kopf über dem Hals nach vorne vorgeschoben, die Hinterhauptwölbung ist — wie auch Wagner & Stolper bemerken — gering, dagegen springt vorne das Gesicht stark vor (es war dies z. B. im Falle Witteks und bei unserem Patienten gut zu erkennen). Bei hinterer Luxation ist der Kopf nach hinten verlagert, die Hinterhauptwölbung ist dabei zu groß, dagegen tritt vorne das Gesicht zurück. Natürlich kann diese Deformation der Region nur bei starker Verschiebung des Kopfes (Atlas) deutlich zutage treten, bei unvollständiger (z. B. nur einseitig vollständiger) Luxation in den atlanto-epistrophischen Gelenken nach vorne oder hinten fehlt eine merkliche Verschiebung des Kopfes. Auch die Seitenverschiebung des Kopfes bei starker Seitenluxation dürfte äußerlich erkennbar sein; bei der reinen Rotationsluxation wäre eine derartige Verschiebung des Kopfes nicht vorhanden. (Bilder-Serie VIII.)

Nacken. Bei der Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk nach vorne oder hinten zeigt sich bei isolierter Inspektion des oberen Nackenteiles — namentlich bei Betrachtung von der Seite eine abnorme Form des subokzipitalen Teiles; noch wichtiger ist das Ergebnis der Palpation des Skeletts — in der ersten Zeit nach dem Unfall ist allerdings eine verläßliche Palpation durch entzündliche Schwellung, Bluterguß und starke Schmerzhaftigkeit sehr erschwert oder ganz unmöglich gemacht. Bei der Luxation des Kopfes nach vorne findet man dicht unterhalb des Hinterhauptes eine „Grube", eine Stelle, an welcher kein Knochen zu tasten ist, woran sich nach unten unmittelbar — und zwar streng in der Mittellinie oder etwas mehr seitlich — eine tastbare „Prominenz" anschließt. Die subokzipitale Grube und Prominenz entsprechen der Deformation der Wirbelsäule durch Vorwärtsverschiebung des Atlas gegen den Epistropheus und — vor allem — der Dehiszenz der Bögen. Fehlt eine deutliche Vertiefung an der Stelle, sind aber die anderen Symptome von Vorderluxation vorhanden, so ist wahrscheinlich außerdem der hintere Bogen des Atlas abgebrochen und in normaler Lage zum Epistropheus geblieben. Bei der Luxation des Kopfes nach hinten ist auch eine „Grube" vorhanden, sie liegt aber etwas tiefer, unterhalb des Atlas, und rührt von dem Epistropheus her, der auch diesmal seine Lage zum 3. Halswirbel nicht geändert hat. Bei der seitlichen Luxation des Kopfes sind zu beiden Seiten des Halses Vorsprünge zu tasten, es prominiert nämlich der Querfortsatz des Atlas auf der Seite der Luxation gegen den Epistropheus, während auf der anderen Seite der seitliche Teil des Epistropheus gegen den Atlas zu stark vorspringt.

Bei der reinen Rotationsluxation des Kopfes würde auf der Seite, nach welcher das Gesicht gerichtet ist, hinten und zwar mehr seitlich der Querfortsatz des Atlas gegen den Bogen des Epistropheus vorspringen, auf der anderen Seite und zwar etwas tiefer der Gelenkteil des Epistropheus prominieren.

Diese Erscheinungen lassen sich bei Imitation der Luxationen am Skelett leicht konstruieren, die Palpation am Patienten dürfte aber keineswegs immer die Art der Verletzung, speziell Verschiebung erkennen lassen, nicht einmal in allen Fällen, in denen seit dem Unfall bereits längere Zeit verstrichen ist und die Veränderungen durch Schwellung weniger verdeckt sind als zu Beginn; so dürften z. B. dickere Schwielen sehr hindernd sein.

Rachen. Bei der vorderen Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk ist an der Hinterwand des Rachens hoch oben eine streng mediane oder — bei asymmetrischer oder einseitiger Luxation — mehr seitliche Prominenz zu fühlen: der vordere Bogen des vorgeschobenen Atlas, beziehungsweise die eine Massa lateralis; der daran unten anschließende, als „Grube" zurücktretende Teil der Wirbelsäule entspricht dem Körper des Epistropheus oder 3. Halswirbels. Bei der hinteren Luxation des Kopfes springt — etwas weiter unten — der Epistropheuskörper zu stark vor, d. h. über ihm ist eine Grube vom zurücktretenden Atlas vorhanden; wenn der vordere Atlasbogen abgebrochen und zum Epistropheus in situ geblieben ist, fehlt die Grube. Bei der seitlichen Luxation dürften im Rachen keine abnormen Vorsprünge vorhanden sein. Bei der reinen Rotationsluxation würde wahrscheinlich in der Mitte das normalerweise tastbare Tuberculum anterius atlantis fehlen, dagegen etwas mehr seitlich eine Pro-

minenz vom vorgetretenen Bogen und von der Massa lateralis des Atlas tastbar sein. In frischen Fällen ist allerdings die Untersuchung durch Schwellung der Region (Bluterguß, Ödem) und Schmerzhaftigkeit erschwert; dann kann aber eine blutige Suffusion der Schleimhaut durch die Verfärbung die Diagnose erleichtern. Aber auch in veralteten Fällen ist der Palpationsbefund oft undeutlich; so springt z. B. bei der vorderen Kopfverrenkung der Atlas nicht so deutlich vor, als man vielleicht zunächst erwarten sollte, weil dieser Knochen (vorderer Bogen) nicht allein nach vorne geschoben ist, sondern gemeinsam mit dem Kopfe und dem daran haftenden oberen Teil des Rachens.

Aktive Beweglichkeit. Aktive Bewegungen können bei den Luxationen des Kopfes im unteren Kopfgelenk bei Kopffestigkeit des Grades 1 mit schlaff herabhängendem Kopf, wie leicht verständlich ist, überhaupt nicht ausgeführt werden, sie werden auch beim 2. Grad meist ganz vermieden, beim 3. sind wohl bald nach dem Unfall Bewegungen in beschränktem Ausmaße, allerdings nur mit Schmerzen ausführbar. Zunächst werden Beugung und Streckung des Kopfes in gewissem Ausmaße ausgeführt, aber die Drehung ist ganz aufgehoben. Es ist dies ein typisches, diagnostisch sehr wichtiges Symptom Die Erscheinung ist leicht erklärlich, da die erstgenannten, eben noch durchführbaren Bewegungen im nicht luxierten oberen Kopfgelenk (Atlanto-okzipitalgelenk) geschehen, die Rotation aber vor allem im luxierten unteren Kopfgelenk (atlanto-epistrophischen Gelenk) vor sich gehen müßte. Es gilt dies sowohl von der vorderen und hinteren, als auch von der seitlichen Luxation und echten Rotationsluxation. Ausnahmsweise wird übrigens in seltenen Fällen das umgekehrte Verhalten beobachtet, nämlich die bloße Möglichkeit von Drehbewegungen, wahrscheinlich wenn gleichzeitig andere Verletzungen vorhanden sind, z. B. das Atlanto-okzipitalgelenk stark gezerrt und sehr schmerzhaft ist; die Rotation geht dann in weiter unten liegenden Teilen der Wirbelsäule vor sich.

Bei der diagnostischen Verwertung der Art der noch vorhandenen Beweglichkeit ist übrigens zu berücksichtigen, daß der Ausgangspunkt der Bewegung (die vom Patienten eingehaltene fixe Kopfhaltung) keineswegs immer der Luxation selbst entspricht, sondern — wie oben bemerkt wurde — oft durch kompensatorische Krümmung der Wirbelsäule, durch Hebung oder Senkung des Kopfes im oberen Kopfgelenk maskiert ist. Sollte z. B. der Kopf durch vordere Luxation im rechten atlanto-epistrophischen Gelenk nach links gedreht sein, ist aber diese Stellung durch Drehung der Wirbelsäule nach rechts maskiert, so daß der Kopf gerade nach vorne sieht, so ist zwar weitere Linksdrehung unmöglich, wohl aber Drehung nach rechts; es sind also die demaskierenden Bewegungen ausführbar, namentlich wenn seit dem Unfall bereits längere Zeit vergangen ist.

Passive Beweglichkeit. Passive Bewegungen sind vom Arzt gleich nach dem Unfall natürlich nur mit großer Vorsicht zu versuchen, auch später muß man noch längere Zeit vorsichtig vorgehen. Wahrscheinlich wären geschickt vorgenommene passive Bewegungen meist in größerem Ausmaß möglich als aktive Bewegungen.

Krepitation. Starke Krepitation ist namentlich in der auf den Unfall unmittelbar folgenden Zeit für das Vorhandensein von Fraktur (Dens, Bogen etc.) charakteristisch; schwaches Reiben entspricht aber meist nur Blutungen (Gerinnseln) in die Gelenke und Bänderverschiebungen. Eine Art von Krepitation wird übrigens oft auch noch lange nach dem Unfall bei aktiven und passiven Bewegungen beobachtet: sie deutet dann entweder ebenfalls auf vorangegangene Fraktur, und zwar Fehlen einer Verschmelzung der Bruchstellen hin oder aber bloß auf die Entwicklung von „deformierenden" arthritischen Veränderungen in den Wirbelgelenken oder ähnlichen Vorgängen in neugebildeten Pseudathrosen.

Der Kranke selbst bemerkt natürlich auch das Reiben, er hört und empfindet es. Manchmal erinnert er sich, schon im Moment des Unfalles, ein „knackendes" Geräusch bemerkt zu haben, das Zeichen von Fraktur oder Luxation. Im Falle von v. Leyden gab der Patient längere Zeit bei Kopfbewegungen die Empfindung von Knacken an. Auch unser Patient bemerkte bei Wiederkehr der Kopfbewegungen bald nach dem Unfall ein knackendes Geräusch im Halse,

In den Fällen von v. Thaden, Huber, Wagner & Stolper (31 jähriger Mann), Pichler & Weinländer, Fritzsche (Fall I) u. a. wurde besonders durch passive Bewegungen des Kopfes Krepitation erzeugt. Selbstverständlich kann auch bei Reposition der Luxation ein Knacken entstehen (was z. B. im Falle von Gibson und anderen Fällen berichtet wird).

Andere Erscheinungen. Daß nach dem Unfall auch Stauungserscheinungen im Gesichte mit Rötung und Gedunsenheit (Halsarterien und Halsvenen verlagert und gedrückt), ferner Symptome von Sympathikusreizung, Pupillenerweiterung, ein- oder doppelseitig, auftreten können (periphere oder zentrale Läsion), ist leicht erklärlich.

Ferner kommen auch Schluckstörungen vor; sie können auf verschiedene Art entstehen, vor allem einfach mechanisch durch die Knochen- und Pharynxverlagerung und Schwellung der Weichteile, Muskeldehnung und -ruptur. Schluckstörungen wurden z. B. bei den Fällen von Gibson, v. Leyden und in unserem Fall beobachtet; auch im Falle von Pichler & Weinländer traten nach dem Unfall stärkere Schluckbeschwerden auf, hier waren sie übrigens durch das gleichzeitige vorhandene Ösophaguskarzinom besonders hochgradig. In anderen Fällen erschienen die Schluckstörungen erst im weiteren Verlauf, so in den Fällen von Melicher, v. Thaden, Philipps, Spangenberg, wahrscheinlich hervorgerufen durch Narbenzug hinter dem Pharynx. Auch Sprachstörungen, Artikulationsstörungen kommen oft gleichzeitig vor.

Die klinische Diagnose der Läsion ist oft schwierig oder ganz unmöglich; ja die Erkenntnis, daß überhaupt eine schwere Verletzung, eine Fraktur oder Luxation im Gebiete der beiden obersten Halswirbel vorhanden sei, ist — wie alle Autoren, auch hervorragende Kenner der Läsionen wie Sonnenburg, Wagner & Stolper, Quetsch zugestehen — nach der äußeren Untersuchung meist schwierig, sowohl in der dem Unfalle unmittelbar folgenden Zeit, wo Schwellung und Schmerzhaftigkeit die Untersuchung sehr erschweren, als auch später. Selbst eine stärkere Verschiebung der Wirbel ist äußerlich nicht immer deutlich nachzuweisen, noch weniger eine Fraktur ohne Dislokation der Teile (einfache Zahnfraktur, Bogenbruch, Kompressionsbruch). Zuweilen kann man nur Bewegungsbehinderung und Schmerzhaftigkeit vorfinden, aber keine abnorme Gestaltung der Region, keine Krepitation. Wenn außerdem der Patient den Kopf frei trägt und noch dazu Lähmungen fehlen, ist man meist geneigt, einfach „Distorsion" oder „Kontusion" im Bereich der obersten Halswirbel zu diagnostizieren. Der weitere Verlauf mit allmählichem oder plötzlichem Auftreten von Lähmungen, eventuell sogar Exitus durch spätere, sekundäre Verschiebung der Knochen zeigt dann erst, daß doch eine schwere Verletzung, Luxation oder Fraktur stattgefunden hat.

Beispiele. So wurde, da die Verletzten nach dem Unfall gehen konnten und da am Halse keine Deformation bemerkt wurde, bei den Fällen von v. Thaden, Speyer und Wagner & Stolper zunächst einfach „Kontusion oder Distorsion des Halses" diagnostiziert; erst der weitere Verlauf gestaltete sich ungünstig, die Kranken gingen zugrunde und die Sektion deckte schwere Verletzungen auf. Im Falle von v. Thaden (70 jähriger Mann) zeigte die Sektion eine Fraktur der Dens epistrophei, im Falle von Speyer (49 jähriger Mann) einen Schiefbruch beider Bögen des Atlas und Abbruch des Zahnfortsatzes ohne Dislokation der gebrochenen Teile; im Falle von Wagner & Stolper (31 jähriger Mann) fand sich bei der Sektion ebenfalls der Zahnfortsatz des Epistropheus abgebrochen und der Atlas nach vorne luxiert, während gleich nach dem Unfalle keine Verschiebung vorhanden gewesen zu sein scheint.

Im Falle von Berndt (79 jährige Frau) wurde nach dem Unfall weder am Nacken noch im Pharynx eine abnorme Prominenz gefunden, die Patientin war aber sofort hemiplegisch. Nach 30 Tagen starb sie; die Sektion ergab Luxation der rechten Seitenmasse des Atlas über dem Epistropheus nach hinten, Bruch des vorderen Atlasbogens und Abbruch der Dens epistrophei.

Im Falle von Chelius war der Patient (68 jähriger Mann) gleich nach dem Sturz vom Halse abwärts gelähmt, er klagte auch über Schmerzen im Nacken, zeigte aber keine Dislokation der Wirbel; er starb nach fünf Tagen, die Sektion ergab Schrägbruch des Atlas (die Bruchlinie durch beide Bögen ziehend) und Abbruch des Processus odontoideus, beides ohne Dislokation; das Rückenmark enthielt eine zentrale Blutung.

Um so weniger ist eine genaue Diagnose der Art der Wirbelverletzung nach dem klinischen Befunde möglich. Zunächst ist ja die Verletzung nicht immer eine typische, eine atypische, seltene Läsion ist aber nur schwer zu erkennen; ferner ist die Verschiebung oft nur gering oder fehlt ganz. Auch ist — wie früher erwähnt — die Kopfluxation nicht immer bloß mit Fraktur der Dens, sondern oft auch mit Bruch anderer Knochen vergesellschaftet,

z. B. Fraktur des Atlas (z. B. Kompressionsbruch der Massa lateralis, Bogenbruch), Bruch des Epistropheuskörpers (Kompressionsfraktur) oder Bruch der Schädelbasis (besonders der Kondylen) — ein Komplex von Läsionen, der äußerlich nicht eruiert werden kann.

Radiologische Diagnose.

Heute ist die Diagnose der Wirbelverletzungen intra vitam durch die Röntgenuntersuchung sehr erleichtert, und zwar wird dadurch nicht nur das Vorhandensein einer Verletzung des Skeletts überhaupt, sondern auch die spezielle Art mit vielen Details festgestellt — so werden dadurch schwere Fälle, in denen durch die klinische Untersuchung keine bedeutende Verletzung des Skeletts (Luxation oder Fraktur) angenommen wird, erst klargelegt.

Bei der Untersuchung der obersten Halswirbel werden wie bei anderen Teilen der Wirbelsäule in der Regel zwei Aufnahmen gemacht, eine Seitenaufnahme und eine Aufnahme von vorne nach hinten, und zwar diesmal durch den geöffneten Mund. Aufnahmen von hinten nach vorne auf einen im Rachen eingelegten Film nach Fritzsche können zwar ebenfalls vorgenommen werden, sind aber im allgemeinen überflüssig.

Seitenaufnahme der Region.

In der Seitenaufnahme der Region (Röhrenstellung derart, daß der Hauptstrahl etwa durch den Epistropheuskörper zieht, Patient in Rückenlage oder sitzender Stellung) ist eine Verschiebung des Atlas gegen den Epistropheus nach vorne oder hinten gut nachweisbar; dabei ist nicht zu vergessen, daß der vordere Atlasbogen normalerweise vorne stark über den Epistropheuskörper vorspringt. Ferner ist eine Neigung des Atlas zu sehen; man erfährt übrigens aus dem Bilde nicht immer genau den wirklichen Grad der Neigung, vielmehr nur dann, wenn die Strahlenrichtung günstig ist und wenn ferner nicht zugleich mit der vorderen Neigung auch eine Seitenneigung und Drehung des Atlas über dem Epistropheus verbunden ist, wobei im Bilde eine zu kleine Neigung des Atlas vorgetäuscht werden würde. Ferner ist ein Abbruch des Epistropheuszahnes mit vorderer oder hinterer Verschiebung und Neigung, bzw. eine weiter unten im Epistropheuskörper (quer oder schräg) von vorne nach hinten ziehende Frakturlinie mit geringerer oder größerer Dislokation der Teile zu erkennen. Ist kein Bruchspalt zu sehen, so darf man aber eine Fraktur nicht ganz ausschließen, denn eine Fraktur mit Fehlen von Verschiebung der Teile [„autoreponierte Fraktur" oder „Fissur"] ist im Röntgenbild nicht immer zu erkennen, also auch auf diese Art nicht immer zu diagnostizieren. Eine Kompressionsfraktur des Epistropheuskörpers ist durch eine auffallend geringe Höhe des Wirbelkörpers und eventuell noch durch einen dunkleren Ton derselben zu erkennen. Auch auf die Stellung des Atlas zur Schädelbasis ist stets zu achten; zur Orientierung über die Lage der Schädelbasis soll nicht so sehr die — allerdings ohne weiteres erkennbare — Hinterhauptschuppe, als vielmehr die ebenfalls gut sichtbare Pars tympanica des Schläfenbeines samt dem Porus acusticus und dem Unterkiefergelenk dienen. Die Kondylen des Hinterhauptknochens und die Atlanto-okzipitalgelenke sind meist in ihren Konturen nicht erkennbar. Die Lage des Kopfes (samt Atlas) zur Halswirbelsäule (zur Serie der Halswirbel II [namentlich Körper mit Bogen und Dorn] bis VII) ist bei Berücksichtigung der Beziehung des oberen Teiles des Pharynx zur Halswirbelsäule gut zu beurteilen, da der Rachen sich als heller Luftausguß deutlich von der Umgebung abhebt. Der Pharynx ist bekanntlich oben am Kopfe (Schädelbasis) fest angeheftet, der Kopf nimmt daher, wenn er sich mit dem Atlas und abbrechenden Epistropheuszahn gegen die übrige Halswirbelsäule verschiebt, den Pharynx mit, der nun einen abnormen hinteren Kontur zeigt; bei Luxation des Kopfes nach vorne ist der Pharynx hinten von der Vorderfläche der Wirbelsäule und zwar vom Epistropheus, zuweilen auch vom III. oder sogar noch vom IV. Halswirbel abgelöst (Fall von Bernstein). Eine Knickung und eventuell auch Verengerung des Wirbelkanals ist gut zu erkennen durch Ziehung der vorderen Wirbelkanallinie (durch Verbindung des hinteren Konturs des Epistropheuszahnes und der Körper der übrigen Halswirbel vom 2. abwärts) und der hinteren



Wirbelkanallinie (durch Verbindung der vor den Dornen liegenden vorderen Konturen der hintersten Bogenteile) in dem Bilde (Platte, Kopie oder Pause).

Antero-posteriore Aufnahme durch den geöffneten Mund.

In der Aufnahme der obersten Halswirbel von vorne nach hinten durch den geöffneten Mund (Röhrenstellung median, daher etwas mehr kinnwärts, Patient in Rückenlage) ist vor allem eine seitliche Abweichung des Atlas gegen den Epistropheus ersichtlich, ebenso eine entsprechende Dislokation des abgebrochenen Zahnfortsatzes gegen den Epistropheuskörper. Das Bild eines verkürzten Zahnfortsatzes darf daher nicht falsch aufgefaßt werden, die Verkürzung deutet nämlich nicht auf eine wirkliche Verkürzung des Zahnfortsatzes hin, sondern nur auf vordere oder hintere Neigung in der Sagittalebene. Der Bruchspalt tritt meist als solcher zutage, aber nicht immer; ein Bruchspalt kann sowohl bei Fehlen von erheblicher Verschiebung des Zahnes, als auch bei starker Verschiebung unsichtbar sein („Deckung" des Zahnhalses mit dem oberen Teil des Wirbelkörpers). Ferner ist eine Verschiebung der gegenüberliegenden Gelenkteile in den atlanto-epistrophischen Gelenken in der Regel gut sichtbar. Doch ist auch hier das Bild manchmal undeutlich und schwer zu verstehen, am besten ist eine seitliche Dislokation zu erkennen, eine vordere oder hintere Luxation des Atlas ist durch partielles Aufeinanderfallen (Deckung) des Schattens der im Organismus hintereinander gelegenen Knochenteile (des unteren Gelenkfortsatzes des Atlas und des oberen Gelenkfortsatzes des Epistropheus) schwer zu entziffern — die Konturen des Atlas und Epistropheus sind nämlich bei der Luxation an diesen Punkten nur schwer sichtbar, doch würde man aus verschwommenen, auffallend dunklen Stellen in solchen Bildern und aus einer gegenseitigen Annäherung der Wirbel mit Unrecht auf Kompressionsfraktur der Knochen schließen — wie es bereits geschehen ist —, dieser Befund mit Fehlen des normalen Gelenkspaltes spricht vielmehr für Verrenkung. Andererseits darf auch aus dem Vorhandensein eines normalen Gelenkspaltes nicht auf ein Fehlen von Dislokation geschlossen werden. Eine Diastase der Bögen von Atlas und Epistropheus ist deutlich zu sehen, ferner läßt sich eine Neigung des Kopfes gegen die Halswirbelsäule aus dem Bilde erschließen, und zwar bei Betrachtung des Epistropheus. Dieser Wirbel liegt gerade hinter dem geöffneten Mund, durch den die Strahlen ziehen, er erscheint also von den Zähnen eingerahmt. In normalen Fällen und auch bei Luxation des Kopfes ohne gleichzeitige Neigung fallen Körper und Bogen beiläufig aufeinander, d. h. werden etwa an derselben Stelle, speziell in demselben Niveau projiziert; bei Neigung des Kopfes nach vorne ist aber der Bogen tiefer abgebildet als der Körper, man blickt also sozusagen schräg von hinten oben gegen den Wirbel und sieht durch das Wirbelloch hindurch (vgl. unseren Fall). Auch eine Drehung des Kopfes kann sich durch Betrachtung des Epistropheusbildes ermitteln lassen, da der Wirbel von den sagittal durch den Mund ziehenden Strahlen schräg getroffen und entsprechend schief projiziert wird. Endlich ist auch eine Kompressionsfraktur des Epistropheus (des Körpers oder einer Seitenmasse) und schließlich auch ein Bruch des Atlas (z. B. des hinteren Bogens) gut zu erkennen.

Eine Zusammenstellung der Befunde der Seiten- und der Hinteraufnahme kann dann zu einer ziemlich vollständigen Diagnose der Verletzung führen.

Eine richtige radiologische Diagnose zu stellen ist aber, wie ersichtlich, schwierig; sie ist nur bei Erfüllung mehrerer Bedingungen möglich: erstens bei genauer Kenntnis des anatomischen Baues der Region und zweitens bei Berücksichtigung der Gesetze der radiologischen Projektion, wozu noch eine Kenntnis der in der Region am häufigsten vorkommenden Verletzungen wünschenswert ist; andernfalls werden leicht Fehldiagnosen gestellt, einerseits werden nicht vorhandene Verletzungen angenommen, andererseits vorhandene Läsionen im Bilde nicht erkannt.

Natürlich soll der Kranke nicht nur bei frischen Verletzungen, sondern womöglich auch in späteren Stadien mit Röntgenstrahlen untersucht werden; speziell soll man den Verlauf der Verletzung mit dieser Methode studieren, z. B. um zu ermitteln, ob an der Bruchstelle Heilung

mit festem Kallus eintritt oder vielleicht umgekehrt nur Knochenresorption stattfindet, ferner ob sich etwa statt dessen an der Vorderfläche der Wirbel eine Knochenbrücke bildet, dann auch ob die Stellung der Teile eine fixe bleibt oder später eine Verlagerung (Drehung, Senkung) der oberen Teile stattfindet.

Hieher gehörige Röntgenbefunde wurden bereits wiederholt veröffentlicht und mit Bildern illustriert, allerdings — wie sich aus der Betrachtung der Reproduktionen ergibt — öfters mit unvollständiger oder sogar irrtümlicher Deutung. Berichte liegen z. B. vor von Billot, Bernstein, Romm, Nélaton & Béclère, Wittek, v. Assen, Wittkop, Bardenheuer & Graessner, Hildebrand Brill, Putti, Malkwitz, Fritzsche, Quetsch. Die oben angegebenen Hilfen bei der Stellung der radiologischen Detaildiagnose (Berücksichtigung der Lage der Pars tympanica des Schläfenbeins, des Unterkiefergelenks und Pharynx, die Heraushebung der Epistropheuskonturen und Zeichnung der vorderen und hinteren Wirbelkanallinie) sind erst vom Verfasser erdacht worden.

III. Eigener Fall.

Es wurde mir die Gelegenheit zuteil, einen typischen Fall der uns hier interessierenden Verletzungen selbst zu untersuchen und zwar schon im Jahre 1910. Es war 6 Monate nach dem Unfall; der Kranke wurde auch weiterhin noch im Auge behalten. Die Beobachtung bildete die Anregung zur Ausführung der vorliegenden Arbeit.

Beobachtung.

Leopold K., 35 Jahre alt, Gymnasialprofessor in Klagenfurt (Kärnten). Sucht unser Institut am 12. November 1910 behufs Feststellung der Diagnose auf.

Verletzungsbericht und erste Folgezustände.

Anamnese. Früher stets gesund, keine luetische Infektion, keine Epilepsie, kein Gelenkrheumatismus, Kopf stets normal beweglich gewesen.

Unfall. Patient erzählt, daß er auf einem Spaziergang in der Umgebung von Klagenfurt (die Gegend ist leicht hügelig, ohne Abstürze) am 3. Oktober 1910, also vor 6 Wochen, abends um 7 Uhr — es war bereits dunkel — gestürzt und bewußtlos liegen geblieben sei (er selbst kann sich an die näheren Umstände bei dem Unfall nicht erinnern). Er gibt weiterhin an, man habe ihn erst am 4. Oktober um 4 Uhr nachmittags (also nach 21 Stunden) am Wege aufgefunden, hundert Schritte von der Unfallstelle entfernt. Er wurde in sitzender Stellung angetroffen, war nicht gelähmt, konnte vielmehr die Arme und Beine gut bewegen; er konnte auch sprechen, gab aber nur verworrene Antworten. Er hatte sich am Kopfe, und zwar am linken Scheitelbeinhöcker, eine etwa 5 cm lange Wunde zugezogen, die Stirnhaut war links stark gerötet, die Augenlider waren sehr geschwollen, die Hände „blau angelaufen". Der Nacken und der Hinterkopf waren schmerzhaft und der Hals war ganz steif.

Patient wurde nun ins Spital gebracht; er lag damals im Bett stets auf dem Rücken oder auf der linken Seite — auf der rechten Seite konnte er nicht liegen, da ihm dabei „eigentümlich zumute wurde". Der Nacken war hoch oben und zwar mehr rechts geschwollen und auf Berührung sehr schmerzhaft, es wurde aber kein Stützapparat angelegt. Die Schädelwunde heilte in 10 Tagen. Patient hatte auch leichte Schluckstörungen, beim Essen wurde zuweilen ein Geräusch hörbar, „als ob das Geschluckte eine enge Stelle zu passieren hätte", die Bissen blieben aber nicht stecken.

Erst am 22. Oktober war der Dämmerzustand vorüber und Patient war wieder bei klarem Bewußtsein. Nun durfte er auch aufstehen und herumgehen, hielt aber den Kopf ganz steif und zwar nach vorne gebeugt und etwas nach links gedreht und rechts geneigt; wenn er sich aufsetzen oder niederlegen wollte, mußte er stets den Kopf sorgfältig mit den Händen stützen; er konnte den Kopf nur ein wenig beugen, aber gar nicht strecken oder drehen. Ab und zu hatte er auch noch leichte Schluckstörungen und Schmerzen im Hinterkopf; Sprachstörungen wurden dagegen nicht bemerkt, Im Bett lag er auch weiterhin stets auf der linken Seite.

Am 5. November verließ er das Spital. Die Kopfschmerzen kamen nun nicht wieder, die Bewegungen des Kopfes wurden freier. Patient hörte aber nun beim Drehen des Kopfes ab und zu ein leichtes Knacken (erst gegen Ende November schwand die Erscheinung). Die Ärzte konnten ihm angeblich über die Art der Verletzung nichts Genaueres mitteilen.

Am 8. November fuhr Patient nach Wien, die Eisenbahnfahrt verlief im ganzen recht gut, nur fiel es dem Patienten schließlich schwer, den Kopf solange aufrechtzuhalten, der Begleiter mußte ihm den Kopf stützen.

In Wien riet man ihm, zur Klarlegung der Art der Halsverletzung eine Röntgenuntersuchung vornehmen zu lassen.

Erste Untersuchung: am 12. November 1910.

Klinischer Befund.

Mittelgroßer, kräftiger Mann mit gesunder Gesichtsfarbe Sofort fällt eine eigentümliche und steife Haltung des Rumpfes und Kopfes auf: die Brust ist gehoben, der Hals gestreckt, der Kopf wird dadurch hoch gehalten, die Stirne springt vor, das Kinn tritt etwas zurück, das Gesicht sieht strenge nach vorne (der Kopf ist weder nach einer Seite gesenkt noch gedreht).

Aktive Bewegungen. Patient kann das Kinn noch stärker anziehen, wobei der Nacken steif bleibt, er kann auch den Kopf etwas nach rechts und links drehen, tut es aber nur langsam und vorsichtig, es treten übrigens dabei keine Schmerzen auf, vielmehr nur das Gefühl der Unsicherheit.

Beim Niederlegen auf den Untersuchungstisch und beim Aufrichten stützt Patient den Kopf hinten mit beiden Händen; beim Aus- und Ankleiden des Oberkörpers braucht er fremde Beihilfe.

Am Nacken und zwar nicht weit vom Hinterhaupthöcker ist eine Schwellung vorhanden, median und rechts kann man darin knochenharte Stellen fühlen, die auf Druck nicht schmerzhaft sind (wahrscheinlich der Dornfortsatz und die rechte Seitenmasse des Epistropheus).

Der Mund kann weit geöffnet werden (über den erst später an der hinteren Rachenwand erhobenen Befund wird weiter unten berichtet werden). Die Sprache ist deutlich, klingt aber etwas gequetscht.

Motilität und Sensibilität an Rumpf und Extremitäten nicht beeinträchtigt, aber Patellarreflexe gesteigert. Keine Störungen der Blasen- und Mastdarmfunktionen, keine Herabsetzung der Potenz.

Radiologischer Befund.

Sinistro-dextrale Seitenaufnahme (**Tafel VII, Figur 1**); gepauste Zeichnungen Textfiguren 47 und 48. Patient liegt am Untersuchungstisch auf dem Rücken, der Kopf wird vom Kranken ganz unbeweglich gehalten, braucht also nicht weiter fixiert zu werden; die Röntgenröhre wird zur linken Seite angebracht, die Platte rechts an den Kopf angelegt.

Die Halswirbelsäule zeigt nicht die normale Lordose, sie erscheint vielmehr kerzengerade gestreckt. Kopf und Atlas befinden sich zueinander in normaler Lage, sind aber gegen die übrige Wirbelsäule (vom Epistropheus abwärts) stark nach vorne verschoben (die Betrachtung von Hinterhauptschuppe, Basalteil, Pars tympanica mit Porus acusticus und Gelenkfortsatz des Unterkiefers erleichtern die Orientierung). Der Atlas springt vorne gegen den Epistropheuskörper um etwa $1^1/_2$ cm mehr als normal vor. Außerdem ist der Atlas geneigt und zwar vorne gesenkt (vorderes Abgleiten der gelenktragenden Seitenmassen von den Gelenkflächen des Epistropheus) und mit dem hinteren Bogen (dieser berührt das Okziput) vom Bogen des Epistropheus weit abgehoben, so daß die Bögen einen hinten offenen Winkel bilden (hintere Diastase).

Der Körper des Epistropheus trägt keinen Zahnfortsatz, er schließt vielmehr nach oben mit einer scharf konturierten, ebenen Fläche ab, die nicht rein nach oben, sondern auch etwas nach vorne blickt: die Bruchfläche gegen den abgetrennten Zahnfortsatz. Vorne schließt daran eine Knochenmasse an, die im Bilde hinten mit dem Schädel zusammenfließt, sie scheint auf den ersten Blick einfach dem abgebrochenen Zahn anzugehören, in Wirklichkeit wird sie aber offenbar nur in ihrem hinteren Teil durch den Zahn gebildet, vorne dagegen durch den vorderen Bogen und Teile der Seitenmassen des Atlas. Die Bruchfläche des Zahnfortsatzes ist ebenfalls eben und zieht etwas schräg, sie berührt die vordere Kante des Epistropheuskörpers.

Die rechte und linke Hälfte des hinteren Atlasbogens sind verschieden hoch projiziert; ob dies aber auf einer tatsächlich asymmetrischen Lage des Atlas zum Epistropheus beruht, läßt sich nicht entscheiden.

Die „vordere Wirbelkanallinie" verläuft im allgemeinen gerade, ist aber oben nach vorne abgebogen bzw. geknickt; auch die „hintere Wirbelkanallinie" verläuft im allgemeinen gerade und ist nur vom II. Zervikalwirbel aufwärts nach vorne abgebogen, im Niveau des Atlas. Der Wirbelkanal verläuft also in diesem Niveau zwar gekrümmt und zwar nach vorne abgebogen, ist aber nur wenig verengt; es ist eine bedeutende antero-posteriore Distanz zwischen der Dens epistrophei und dem hinteren Atlasbogen vorhanden.

Der rechte Processus styloideus des Schläfenbeines erscheint nahe der Basis abgebrochen und ein wenig disloziert.

Der im Bilde als Lichtausguß hell erscheinende Pharynx entfernt sich mit seinem hinteren Kontur — wenn man ihn von unten nach oben verfolgt — von der Halswirbelsäule und zwar bereits in der

mittleren Höhe des III. Halswirbelkörpers. Der Pharynx ist also im oberen Teil von den Halswirbeln (Atlas und Epistropheuskörper) abgelöst und samt dem ganzen Kopf gegen die übrige Halswirbelsäule (III. bis VII. Halswirbel) nach vorne verschoben. Der Körper des Epistropheus zeigt keine Kompressionserscheinungen. Auch an den mittleren und unteren Zervikalwirbeln ist keine Verletzung (keine Rißfraktur, keine Kompressionsfraktur oder Verschiebung) zu erkennen.

Nach der Röntgenuntersuchung sucht der Kranke noch einen Chirurgen (Professor K. Büdinger) auf. Der Versuch einer Reposition wird dort für nicht indiziert erklärt, es wird dem Patienten vielmehr bloß angeraten, eine besonders konstruierte Stützkrawatte zu tragen.

Zweite Untersuchung: am 18. Januar 1911, also 2 Monate später.

Patient hat die ihm unbequeme Stützkrawatte nur einige Tage getragen, dann aber wieder beiseite gelegt — übrigens ohne Schaden zu nehmen.

Klinischer Befund.

Der Befund ist ähnlich wie früher. Die Schwellung am Nacken ist noch immer vorhanden. Nun wird auch die hintere Rachenwand abgetastet, es findet sich hoch oben und zwar mehr rechts eine starke Prominenz. Der Hals ist nach des Patienten Angaben etwas kürzer geworden, die früher getragenen hohen Kragen wurden gegen etwas niedrigere umgetauscht. Die eigentümliche, steife Kopfhaltung ist dieselbe wie früher, die Beweglichkeit des Kopfes ist aber besser geworden, speziell kann Patient jetzt den Kopf bereits gut beugen; die Hebung ist aber noch immer unmöglich, beim Versuch hebt der Kranke vielmehr die Brust noch höher als er sie bereits trägt. Die Neigung des Kopfes nach rechts und links geht ebenfalls nur mühsam vonstatten, es wird statt dessen die gleichseitige Schulter gehoben. Die Drehung des Kopfes nach links erfolgt langsam, aber ausgiebig, nach rechts nur unvollkommen; es ist dabei keine Krepitation hörbar. (Passive Bewegungen werden von mir auch diesmal nicht vorgenommen.)

Die Sensibilität der Haut ist überall normal, auch am Hals und Kopf. Die Pupillen sind normal weit und reagieren gut auf Licht. Patient, der übrigens stark myopisch ist, hat keine Gesichtfeldeinschränkung. Im Gebiete des Fazialis keine Störungen. Die Zunge wird nahezu gerade herausgestreckt, sie weicht nur eine Spur nach links ab; die mediane Furche ist ein wenig links konkav, die Zunge ist vorne in ihrer linken Hälfte etwas schmäler und dünner. Eine oberflächliche Geschmacksprüfung ergibt keinen Ausfall. Die Patellarreflexe sind noch immer gesteigert.

Radiologischer Befund.

Seitenaufnahme (**Tafel VII, Figur 2**) (unter denselben technischen Umständen gemacht wie früher).

Der Atlas hat sich im Vergleich mit früher noch etwas mehr gegen den Epistropheus gesenkt, sowohl der hintere Bogen steht tiefer als früher (beide hintere Bogenhälften sind auch jetzt nicht aufeinander projiziert), als auch sind die vorderen Teile des Atlas (Bogen und Massae laterales) vor dem Epistropheuskörper stärker abwärts gerückt. Der einspringende Winkel vorne zwischen Epistropheuskörper und Atlas ist nun mit einer, einen etwas verschwommenen und fleckigen Schatten gebenden Masse ausgefüllt, offenbar entsprechend dem vom Epistropheuskörper abgehobenen und verknöcherten Periost und vorderen Längsband, also mit einer kallusartigen Knochenbrücke, welche den einen Wirbel mit dem andern verbindet.

Antero-posteriore Aufnahme durch den geöffneten Mund (**Tafel VII, Figur 3**); gepauste Zeichnung: Textfigur 50.

Der Schädel ruht samt dem Atlas auf der übrigen Halswirbelsäule (II.—VII. Halswirbel) nicht symmetrisch auf, sondern ist rechts gesenkt. Die linke Massa lateralis des Atlas gibt in ihrer Keilgestalt samt dem hellen oberen und unteren Gelenkspalt ein normales Bild, die rechte Seitenmasse ist aber gegen den Epistropheus gesenkt und erscheint außerdem hell und im allgemeinen verschwommen, nur im lateralen Kontur scharf; zum Teil überdecken sich hier die im Körper hintereinander gelegenen Knochen: der untere Teil der Seitenmasse des Atlas und der obere Gelenksteil des Epistropheus.

Der Epistropheus ist so projiziert, daß sich der Bogen in anderer Höhe und zwar tiefer darstellt als der Körper; sowohl dadurch als auch infolge der hinteren Diastase der Bögen des Atlas und Epistropheus kann man den Epistropheus in ganzer Ausdehnung gut übersehen und sozusagen bequem von hinten oben durch das Wirbelloch des Epistropheus hindurchschauen. Der Zahnfortsatz gibt nahezu ein normales Bild, er scheint dem Epistropheuskörper dicht anzuliegen und ist nicht seitlich abgewichen; er zeigt sich aber projektrisch verkürzt und an der Spitze verschwommen, in der Gegend des Zahnhalses ist undeutlich eine schmale hellere Zone zu sehen, der Bruchspalt.

Die tiefer gelegenen Halswirbel befinden sich zueinander in normaler Stellung, allerdings ist von ihnen infolge der Anwesenheit des mächtigen Schattens des Unterkiefers nicht viel mehr als der rechte und linke Seitenkontur, sowie die Dornenreihe zu erkennen.

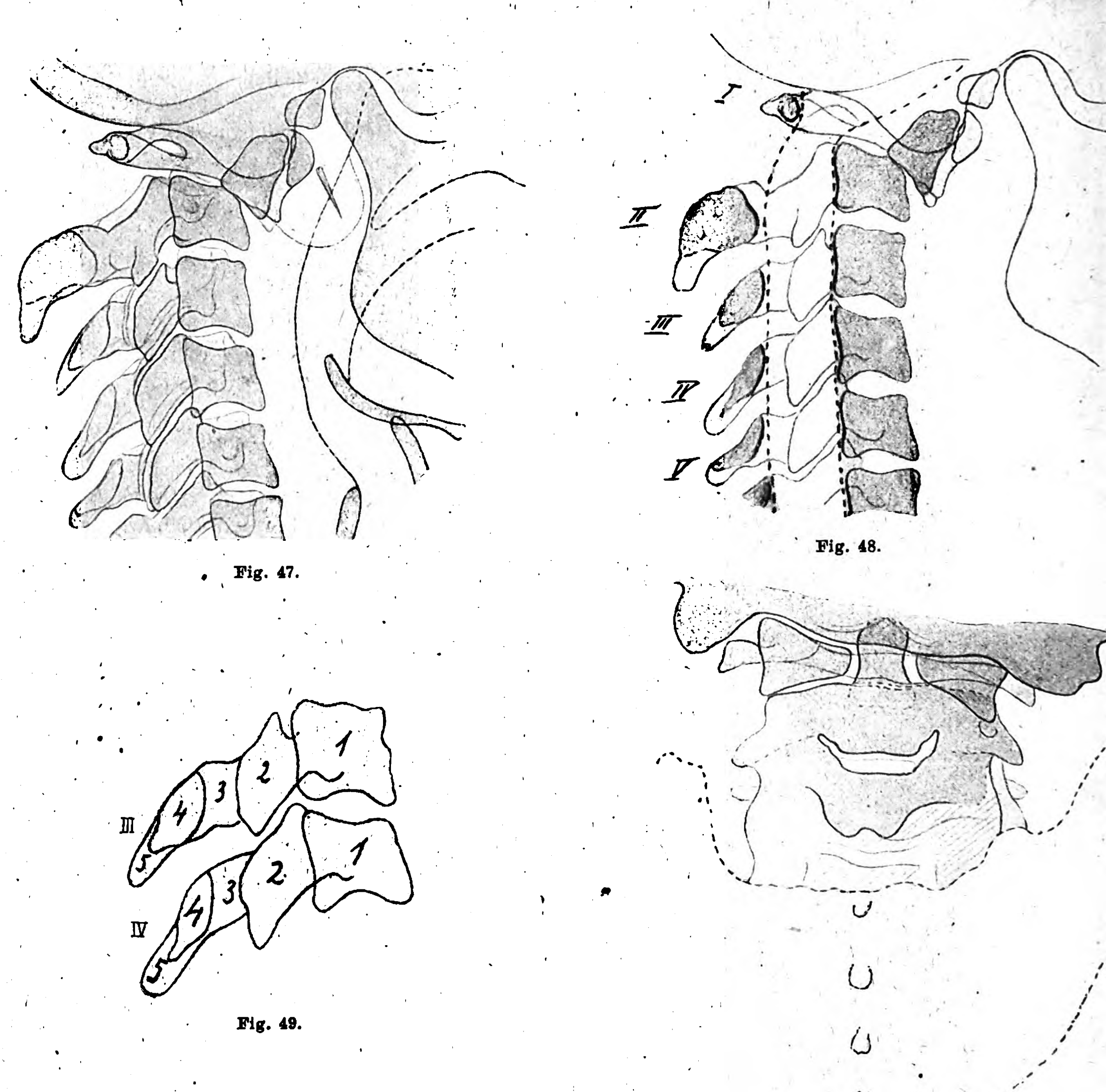


Fig. 47. Fig. 48. Fig. 49. Fig. 50.

Bilder-Serie IX.

Fig. 47 bis 50.

Unser Fall von typischer transdentaler Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk mit Verschiebung nach vorne, Vorwärtsneigung und Linksdrehung. Röntgenuntersuchungen, 6 und 15 Wochen nach dem Unfall. Seiten- und Hinteraufnahme. Pausen nach den Originalen, Zeichnung der Knochenkonturen (Verfasser). Verkleinerung bei Fig. 47, 48 und 50: $^1/_2$ nat. Größe, bei Fig. 49: $^2/_3$ nat. Größe.

Fig. 47. Erste Röntgenuntersuchung, 6 Wochen nach dem Unfall. Rechte Seitenaufnahme (Fig. 1 auf Tafel VII) mit Einzeichnung des Schlundes, der Mundhöhle (Zöpfchen und Zunge), des Zungenbeins und Kehlkopfes. Schädelbasis: Hinterhaupt- und -Schläfenbein mit rechter Pars tympanica und rechter Prozessus styloideus, rechter Unterkieferast, Halswirbelsäule, Zungenbein, Kehlkopf. Der Rachen mit dem hinteren Teil der Mund- und Nasenhöhle (unterbrochene Linien). Rechtes Ohrläppchen (zart punktierte Linie). Die Töne halbschematisch gehalten.

Starke Verschiebung der oberen Teile (Kopf samt Atlas, Epistropheuszahn, Unterkiefer, Oberkiefer mit Nasen-, Mund- und Rachenhöhle) gegen die Halswirbelsäule (Z.-W. II—VII) nach vorne um fast $1^1/_2$ cm, mit vorderer Neigung um etwa 30°.

Fig. 48. Dasselbe Bild mit Einzeichnung des Wirbelkanals durch Konstruktion der vorderen Wirbelkanallinie (durch Verbindung der hinteren Wirbelkörperkonturen) und der hinteren Wirbelkanallinie (durch Verbindung der vorderen Konturen der hinteren [medianen] dorntragenden Bogen-

teile (als Pfauenaugenformen erscheinende sagittale Querschnitte)). (Beide Linien mit unterbrochenen Strichen gezeichnet, die vor und hinter dem Wirbelkanal liegenden Skeletteile: Wirbelkörper und hintere [mediane] Bogenteile, mit stärkerem Ton versehen.) Abknickung des oberen Teiles des Wirbelkanals mit leichter Verengerung.

Fig. 49. III. und IV. Halswirbel, aus den früheren Bildern von der Nachbarschaft isoliert herausgehoben, zueinander in normaler Lage. Negativer Befund. „Normalbild", strengseitliche Röntgenaufnahme. Rechte und linke Bogenhälfte aufeinander projiziert, daher nicht voneinander zu unterscheiden. Einteilung des Wirbelbildes in der anatomischen Richtung von vorn nach hinten nach der verschiedenen Zugehörigkeit (auch mit verschiedenem Ton) in 5 Abschnitte, von rechts nach links mit 1—5 numeriert — die Abschnitte dabei im allgemeinen kleiner werdend — zwecks Erleichterung der richtigen Deutung der im allgemeinen nur schwer im Detail verständlichen Wirbelbilder. (Für das Studium von Schrägbildern ist anzuempfehlen, zunächst nur die dem Beschauer zugewandte, im Bild dunklere und besser konturierte Bogenhälfte zu berücksichtigen und sich erst später den Konturen der anderen Hälfte zuzuwenden.)

1 Wirbelkörper,
2 vorderes Bogenstück, der Seitenteil, den oberen und unteren Gelenkfortsatz tragend,
3 mittleres (schmales) Bogenstück,
4 hinteres (medianes) Bogenstück, nahezu als sagittaler Querschnitt erscheinend (Pfauenaugen-Bild),
5 Dornfortsatz.

Bei Betrachtung solcher Seitenaufnahmen des Halses ist man meist zunächst geneigt, den ganzen aus 3, 4 und 5 oder wenigstens den aus 4 und 5 bestehenden Wirbelteil für das Bild des Dornfortsatzes zu halten und den Wirbelkanal in ein falsches Gebiet zu verlegen; auch täuscht das Feld 2 eine Verengerung des Wirbelkanals vor, während es in Wirklichkeit die vorderen zwei Drittel des Wirbelkanaldurchmessers einnimmt.

Fig. 50. Zweite Röntgenuntersuchung, 15 Wochen nach dem Unfall. Antero posteriore Aufnahme durch den geöffneten Mund (Fig. 3 auf Tafel VII). Hinterhauptbasis, Atlas-Seitenmassen (Keile, alles dunkel gehalten) und Bögen (hell), Epistropheus (dunkel), zufolge der Neigung des Kopfes gegen die Halswirbelsäule nach vorne (von dem nur durch den Kopf [Mund] sagittal verlaufenden Strahlenbündel) schräg projiziert: der Bogen tiefer als der Körper, man kann daher diesen Wirbel sozusagen isoliert und zwar schräg von hinten oben betrachten und geradezu durch das Wirbelloch hindurchblicken. Darunter der III. und IV. Halswirbel (behufs besseren Hervortretens von Z.-W. II hell gehalten und nur leicht schraffiert). Zu unterst der vordere Teil des Unterkiefers (stark vergrößert und verschwommen erscheinend, mit unterbrochener Linie gezeichnet), die Dornfortsätze III bis VI als offene Ringe angedeutet. Aus den Konturen des Atlas und Epistropheus ergibt sich die Anwesenheit einer starken Neigung des Kopfes (Schädelbasis) samt Atlas und Epistropheuszahn gegen die Halswirbelsäule (Z.-W. II—VII) nach vorne. Außerdem leichte Senkung des oberen Komplexes nach rechts und Drehung nach links; rechtes und linkes atlanto-epistrophisches Gelenk verschieden abgebildet: links die Gelenkspalte in normaler Form sichtbar (Luxation hier nicht kenntlich), rechts dagegen die Luxation durch die Senkung des Atlas mit Überschneidung der Atlas- und Epistropheus-Seitenmassen zu erkennen.

Patient wurde von mir 2 Tage später, am 20. Januar 1911 in der k. k. Gesellschaft der Ärzte in Wien demonstriert (Wiener klinische Wochenschrift 1911, S. 145) als „Fall von unvollständiger Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk nach vorne mit Abbruch der Dens epistrophei ohne Rückenmarkverletzung"; und zwar „unvollständig" wegen der — im Vergleich mit der rechten Seite — geringeren Verschiebung im linken atlanto-epistrophischen Gelenk; ferner wegen der Beugung und Drehung des Atlas mit dem Zusatz „mit Kombination von Beugungs- und Rotationsluxation". (In den folgenden Ausführungen werden bei der Formulierung der Diagnose die beiden Zusätze ausgelassen werden, weil weitere Erwägungen ihre Unrichtigkeit bzw. Unangemessenheit ergeben haben.)

Epikrise.

Aus der Anamnese ist zu entnehmen, daß der Mann einen schweren Unfall erlitten hat, und zwar einen Sturz mit Auffallen auf den Kopf, mit Kopfwunde und Bewußtlosigkeit. Nach dem Erwachen hatte er Schmerzen hoch oben im Nacken und Hinterkopf, konnte aber gehen. In den folgenden Wochen lag er zu Bett und zwar immer auf dem Rücken oder auf der linken, nie auf der rechten Seite. Er hatte lange Zeit — besonders bei Bewegungen — Schmerzen in der Region; unterhalb des Okziput und zwar mehr rechts war eine sehr schmerzhafte



Schwellung vorhanden. Der Kopf wurde in eigentümlicher Stellung steif gehalten, er war nach vorne gebeugt, leicht nach rechts geneigt und links gedreht (entsprechend einer Kontrakturstellung des rechten Musculus sternocleidomastoideus). Patient mußte den Kopf mit den Händen stützen, wenn er sich im Bett aufrichten oder wieder niederlegen wollte.

Dieser Bericht läßt — wie wir heute wissen — bereits mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß durch den Unfall eine ernste Verletzung im Gebiete der obersten Halswirbel, vielleicht die typische transdentale Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk nach vorne stattgefunden habe; ob übrigens auch seinerzeit im Spital eine entsprechende Diagnose gestellt wurde, ist mir unbekannt geblieben.

6 Wochen nach dem Unfall wurde der Patient von mir untersucht. Es zeigte sich gleich beim ersten Anblick eine eigentümliche steife Rumpf- und Kopfhaltung, die äußere Untersuchung ergab an der Stelle der mehrere Wochen dauernden Schmerzen eine flache Vorwölbung am Nacken und starke Beweglichkeitseinschränkung des Kopfes. Die zugrundeliegende Verletzung wurde aber von mir zunächst nicht erkannt — wie übrigens in den meisten früheren, in der Literatur mitgeteilten ähnlichen Fällen.

Nun wurde gleich zur **Röntgenuntersuchung** geschritten.

Die bei dieser ersten Untersuchung des Patienten hergestellte Seitenaufnahme der Region (**Tafel VII, Figur 1,** gepauste Zeichnungen: Textfiguren 47 und 48) ergibt folgenden Befund.

1. Kopf und Atlas sind in normaler Verbindung.

2. Der Atlas ist gegen den Epistropheus um ca. $1^1/_2$ cm nach vorne verschoben und nach vorne geneigt, d. h. vorne gesenkt und hinten gehoben (hintere Diastase der Bogen).

3. Der Epistropheus befindet sich gegenüber dem III. Halswirbel im allgemeinen in normaler Lage. Eine Verschiebung hat also ausschließlich zwischen I. und II. Halswirbel stattgefunden.

4. Die Dislokation in den beiden atlanto-epistrophischen Gelenken ist keine ganz symmetrische, vielmehr ist im rechten Gelenk eine vollkommene, im linken nur eine unvollkommene Luxation vorhanden.

5. Der Epistropheuszahn ist vom Epistropheuskörper an der Basis abgebrochen und mit dem ganzen Kopf und Atlas nach vorne verschoben und nach vorne geneigt.

6. und 7. Zeichen von Fraktur des Atlas (z. B. Bogenbruch oder Seitenmassen-Kompressionsbruch), ferner von Fraktur der übrigen Teile des Epistropheus (z. B. Körper- oder Bogenbruch, Kompressionsbruch) sind nicht nachweisbar.

8. Auch die mittleren und unteren Halswirbel sind unverletzt.

9. Der obere Teil des Pharynx ist hinten von der Vorderfläche des Epistropheus abgehoben und nach vorne verschoben — wahrscheinlich gemeinsam mit dem vorderen Längsband der Wirbelsäule.

10. Der rechtseitige Processus styloideus des Schläfenbeines ist abgebrochen und etwas verlagert.

Am 20. Januar 1911, also 9 Wochen später, i. e. 15 Wochen nach dem Unfall, erschien der Patient zum zweitenmal. Die Röntgenuntersuchung, zunächst wieder Seitenaufnahme (**Tafel VII, Figur 2**), zeigt im wesentlichen denselben Befund, nur erscheint der Atlas vorne — besonders rechts — noch etwas stärker gesenkt; ferner ist nun an der Vorderfläche der Wirbelsäule im Winkel zwischen Atlas (Bogen- und Seitenmasse) und Epistropheuskörper eine kallusartige, brückenförmige Knochenmasse vorhanden, offenbar von dem vom Epistropheus abgehobenen Periost und vorderen Längsband erzeugt und die beiden Wirbel miteinander fest verbindend.

Die durch den geöffneten Mund vorgenommene antero-posteriore Aufnahme der obersten Halswirbelsäule (**Tafel VII, Figur 3** gepauste Zeichnung: Textfigur 50) ergänzt den früheren Befund.

1. Die Bögen des Atlas und Epistropheus klaffen (hintere Diastase). Der Epistropheus erscheint — verglichen mit dem Kopf (bzw. mit der Richtung der durch den Mund zur Platte ziehenden Strahlen) — schräg nach hinten geneigt, so daß man sozusagen bequem von hinten



Fig. 51.



Fig. 52.

Bilder-Serie X.

Fig. 51 und 52.

Unser Patient mit typischer transdentaler Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk (mit basalem Abbruch des Epistropheuszahnes) mit Verschiebung nach vorne, 15 Wochen nach dem Unfall, sitzend.

Fig. 51. Strenge Vorder-, Fig. 52 strenge Seitenaufnahme. Die abnorme Körperform ist nur bei sorgfältiger Besichtigung zu erkennen, die Verschiebung des Kopfes gegen die Halswirbelsäule (II. bis VII. Z.-W.) nach vorne und die lokale Neigung des Kopfes nach rechts, sowie die ursprüngliche Drehung des Kopfes nach links sind zum großen Teil durch Streckung des Halses, Hebung und umgekehrte Drehung des Kopfes maskiert. Der Kopf ist gegen den Rumpf weder nach rechts noch nach links gesenkt, auch nicht gedreht, das Gesicht ist vielmehr streng nach vorne gerichtet. Aber der Kopf wird doch gezwungen hoch (und steif) gehalten, der Hals ist unnatürlich gestreckt; ferner ist in der Seitenaufnahme der oberste Teil des Halses im Niveau von Kehlkopf und Subokzipitalregion sagittal (antero-posterior) verdickt. (Die gezwungene Haltung wird vom Patienten konstant eingenommen, ist keineswegs von uns zur photographischen Aufnahme angeordnet.)

---

oben durch das Wirbelloch hindurchblicken kann; der Kopf ist also samt dem Atlas gegen die übrige Halswirbelsäule, speziell gegen den Epistropheus gebeugt.

2. Der Zahnfortsatz ist verkürzt, an der Spitze verschwommen abgebildet und zeigt an der Basis einen — allerdings undeutlichen — Spalt, er ist also an der Basis vom Epistropheuskörper abgebrochen und vorwärts geneigt, dabei weder nach rechts noch nach links abgewichen.

3. Der Gelenkspalt des linken atlanto-epistrophischen Gelenkes präsentiert sich gut, der des rechten erscheint dagegen unsichtbar, zufolge einer hier vorhandenen totalen Luxation mit vorderem Abgleiten des Atlas.

4. und 5. Am Atlas und am übrigen Teil des Epistropheus ist keine Fraktur nachweisbar.

Die Röntgenuntersuchungen ergaben also den Befund einer **typischen transdentalen Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk** mit bedeutender Verschiebung des Kopfes samt dem Atlas und abgebrochenen Epistropheuszahn nach vorne, Vorwärtsneigung und Linksdrehung. Die zweite Untersuchung zeigte gegenüber der ersten nur den Unterschied, daß der Kopf etwas mehr gesenkt war und daß die Festigkeit der Kopf-Hals-Verbindung zugenommen hatte, und zwar nicht etwa durch Anwachsen des abgebrochenen Zahnfortsatzes des Epistropheus an den Wirbelkörper — die beiden Bruchflächen waren gegeneinander zu stark verschoben —, sondern durch eine kallusartige, periostale Knochenbrückenbildung zwischen Atlas und Epistropheus, namentlich vorne.

Die Betastung des **Rachens** zeigte eine starke, knochenharte Vorwölbung hinten hoch oben und zwar mehr rechts. Die **Zunge** erwies sich in der linken Hälfte vorne atrophisch — wie es auch bereits in anderen Fällen dieser Verletzung bemerkt worden war.

Die einfachen **Photographien** des Kranken (am 20. Januar 1911, eine strenge En face- und Profilaufnahme, Fig. 47 und 48) zeigen, wie gering die äußere Deformation der Region ist; das Gesicht ist genau nach vorne gerichtet, der Kopf ist also nicht gedreht, er ist auch nicht nach einer Seite oder nach vorne gesenkt; er wird vielmehr auffallend gezwungen hoch gehalten, auch springt die Stirne stark vor; der Hals ist im antero-posterioren Durchmesser oben im Niveau des Kehlkopfes und der Subokzipitalregion verdickt (Seitenaufnahme).

Die **Prognose** des Falles wurde sowohl 6 als auch 15 Wochen nach dem Unfall als „**unsicher**" gestellt; denn es kommen in solchen Fällen manchmal später allmählich oder plötzlich Verschiebungen vor, mit schweren Lähmungen und Tod — man betrachte die Literaturübersicht weiter unten.

Der **weitere Verlauf** gestaltete sich aber bei unserem Kranken sehr günstig. **Fast viereinhalb Jahre** nach der Verletzung, am 30. Juli 1915, ergab meine Anfrage bei der Familie, daß in den vergangenen Jahren **kein übler Zwischenfall** aufgetreten war, im Gegenteil waren die Sicherheit der Kopfhaltung immer größer und die Bewegungen immer freier geworden; der Mann war sogar zu Beginn des Krieges mit der Waffe eingerückt, war verwundet worden und — geheilt — wieder eingerückt.

IV. Arten der lokalen Heilung der Wirbelverletzung.

Es seien hier die **Fälle von meist typischer, transdentaler Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk mit Überleben** des Unfalles zusammengestellt, in denen die **Sektion** (oder ausnahmsweise: intra vitam die **Röntgenuntersuchung**) die **Art der Heilung** an der Verletzungsstelle ergeben hat. In manchen Fällen ist eine **knöcherne** Anheilung des abgebrochenen Zahnfortsatzes der Epistropheus an den Wirbelkörper erfolgt, in anderen Fällen **nicht** — dagegen kann der Fortsatz an einen anderen Knochen: Hinterhauptbein oder Atlas knöchern angelötet sein; manchmal werden alle oberen Halswirbel (z. B. I bis IV) miteinander ankylotisch verbunden gefunden. Die Fälle sind darnach in 2 **Gruppen** gebracht und zwar so angeordnet, daß zuerst die Verletzungen mit kürzerer, dann die mit zunehmend längerer Lebensdauer nach dem Unfall angeführt werden.

1. **Fälle mit basalem Abbruch des Dens epistrophei ohne knöcherne Anheilung an den Körper des Epistropheus.**

a) **Tod innerhalb eines Jahres, Sektion.**

Gibson	nach 23 Tagen		
Melicher	„ 34 „		
Pichler & Weinländer	„ 7 Wochen		
Palletta	„ 2 Monaten		
Hun	„ 3 „		
Parker	„ 5 „		
Costes	„ 5 „	(fibröser Kallus an Bruchstelle).	

b) **Röntgenuntersuchung innerhalb eines Jahres** (Patient auch weiterhin am Leben bleibend).
Kienböck, nach $3^1/_2$ Monaten.

c) **Tod lange Zeit nach dem Unfall, Sektion.**

Rokitansky, nach vielen Jahren (Dens epistr. nirgends angewachsen).
Bevan, nach vielen Jahren (Dens epistr. am Okziput angewachsen).



Hutchinson, nach 2 Jahren (Dens epistr. an den Atlas angewachsen, bei ankylotischer Verbindung der obersten Halswirbel untereinander).
Elliot & Sachs, nach 32 Jahren (Dens epistr. nur an den vorderen Atlasbogen angewachsen).

d) Röntgenuntersuchung lange Zeit nach dem Unfall.

Quetsch (Fall 57), nach 5 Jahren.

e) „Ausstoßung des Zahnfortsatzes", später Tod, Sektion.

Vanderpoel . nach $6^1/_2$ Monaten
Spangenberg „ $2^1/_2$ Jahren
Bayard . . „ $2^1/_2$ „ .

2. Fälle mit knöcherner Anheilung der Dens epistr. an dem Epistr.-Körper.

a) Tod innerhalb eines Jahres.

Berndt (beginnende Kallusbildung) . . nach 30 Tagen
Philipps (etwas Kallus vorhanden) . . „ 47 Wochen.

b) Röntgenuntersuchung innerhalb eines Jahres.

Brill (Fall 4), nach 9 Monaten.

c) Tod lange Zeit nach dem Unfall, Sektion.

Friedlowski . . . . nach langer Zeit
Morestin . . . . „ „ „ .
(hier außerdem die 4 obersten Halswirbel miteinander verwachsen)
Wagner & Stolper und Ponfick, nach langer Zeit.

d) Röntgenuntersuchung lange Zeit nach dem Unfall.

Quetsch (Fall 56), nach $2^1/_2$ Jahren.

Es erfolgt also sogar in günstigen Fällen bei langer Beobachtungszeit nur in manchen Fällen eine Anheilung des abgebrochenen Zahnfortsatzes an der Bruchstelle: an den Wirbelkörper; mangelhafte Knochenernährung an der Stelle und Diastase hindern sie. Aber es kommt beim weiteren Verlaufe des Falles meist gar nicht darauf an, ob eine Anheilung des Zahnfortsatzes erfolgt oder nicht; denn es kann eine gute Festigung des Kopfes auch auf andere Weise erfolgen, und zwar vor allem durch Ossifikation des abgehobenen Wirbelsäulenperiostes samt dem vorderen Längsband zwischen I., II. und III., manchmal auch IV. Halswirbel, vorne, seitlich und hinten, mit Knochenbrückenbildung zwischen den Wirbeln, ein für Kallusbildung an der Bruchstelle vikariierender, reparatorischer regionärer Vorgang (Fälle von Morestin, Hutchinson, Putti, unser Fall). Die in manchen Fällen eintretende Verwachsung des Epistropheuszahnes mit dem vorderen Atlasbogen (Fälle von Hutchinson, Elliot & Sachs) oder mit dem Hinterhauptbein (Fall von Bevan) trägt natürlich zur Festigung des Kopfes nicht bei.

Bei Lokalisation der Bruchlinie weiter unten: im Epistropheuskörper, kann natürlich leichter eine lokale Kallusbildung zustandekommen.

Wagner & Stolper (20jähriger Bursche), Tod nach 20 Tagen; Bruchlinie durch den Körper des Epistropheus ziehend, beginnende Kallusbildung.
v. Thaden, Tod lange Zeit nach dem Unfall, geheilter Schrägbruch des Epistropheuskörpers.

V. Kasuistik der Fälle mit Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk.

(Ähnliche Verletzungen mit Trennungslinie etwas weiter unten zum Teil mit inbegriffen.)[1])

Früher nahm man im allgemeinen an, daß die Luxation und Fraktur im Bereich der obersten Halswirbel, speziell der Abbruch des Zahnfortsatzes des Epistrophens, also eine Art von „Genickbruch" immer sofort tödliche Verletzungen seien.

Gurlt hielt es aber bereits für „möglich", daß solche Verletzungen ohne schwere Lähmungen erfolgen und zur Heilung gelangen; es wäre dies nach ihm „in jenen sehr seltenen Fällen" möglich, „in denen keine stärkere Dislokation der Fragmente eintritt, weder zu Beginn, noch später; dazu muß der Patient in den ersten Wochen ein überaus ruhiges Verhalten beobachten. Es können nämlich bei solchen Verletzungen leicht plötzliche Verschiebungen oder chronische Entzündungsprozesse entstehen, die den Tod herbeiführen.". Gurlt führt aus der Literatur eine Reihe von Beobachtungen an, „in welchen die Patienten den Unfall lange Zeit überlebten und anscheinend erst infolge sekundärer Veränderungen zugrunde gingen", fügt aber hinzu, daß ihm die Richtigkeit der Diagnose zweifelhaft erscheint.

Erst seit den Röntgenuntersuchungen wurde eine größere Zahl von günstig verlaufenden, sogar ganz ohne Lähmungen einhergehenden Fällen beschrieben, in denen die Verletzung mit Sicherheit diagnostiziert wurde. Kocher, Wagner & Stolper, Quetsch und andere teilten hieher gehörige Fälle mit. Eine größere Zusammenstellung des Materials wurde aber bisher noch nicht gemacht.

Es sind in den am Schlusse der vorliegenden Arbeit angefügten **Tabellen** zahlreiche Fälle von typischer Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk mit basalem Abbruch des Zahnfortsatzes des Epistropheus, mit Abweichen nach verschiedenen Richtungen zusammengestellt; nur jene Fälle sind übergangen, die sofort tödlich endeten; auch die ganz ähnlichen Verletzungsformen mit etwas weiter unten, i. e. durch den Epistropheuskörper verlaufender Trennungslinie wurden in die Sammlung aufgenommen.

Die Fälle sind nach dem verschiedenen Verlauf in drei große Abteilungen gebracht.

Abteilung A. Nach dem Unfall gleich Exitus: **Gruppe I.** Die hiehergehörigen zahlreichen Fälle sollen hier gar nicht angeführt werden, weil sie für die Symptomatologie der Verletzung nichts weiter bieten können.

Abteilung B. Gleich nach dem Unfall schwere Lähmungen, komplette Lähmung vom Halse abwärts oder bloß Hemiplegie.

Die Lähmungen können bekanntlich durch die folgenden Läsionen des Rückenmarks entstehen: 1. durch reine Kompression des Rückenmarks, 2. durch Zertrümmerung desselben („Myelodelese"), a) mit oder b) ohne stärkere Blutung und 3. durch Kombination von Kompression und Destruktion.

Es ist dann entweder eine totale Querschnittläsion, oberflächliche Läsion oder zentrale Erweichung bzw. Blutung vorhanden.

Schwere Läsionen des Rückenmarks, mit oder ohne zentrale Blutung gehen mit totaler Lähmung vom Halse abwärts und bald eintretendem Tod einher; bei rein zentraler Blutung kann sich aber die Lähmung von vorneherein auf eine Extremität, z. B. einen Arm beschränken (vergl. auch Kocher, Wagner & Stolper, Quetsch).

Es ist leicht verständlich, daß bei reiner Kompression durch entsprechende Behandlung, d. h. Reposition des Wirbels mit Behebung des Druckes alle Erscheinungen, selbst vollkommene Lähmung vom Halse abwärts schwinden, daß ferner bei Kombination von Zertrümmerung und Kompression wenigstens ein Teil der Störungen zurückgeht, daß endlich bei reiner Zertrümmerung (ohne andauernde Kompression) selbst durch eine sofort gemachte Reposition wenig oder keine Wirkung auf die Lähmungen erzielt wird.

Daß im ersten Fall auch Reizerscheinungen, die besonders im unmittelbaren Anschluß an den Unfall auftreten: Krämpfe, Zuckungen, Parästhesien in den Gliedern, dann ebenfalls zurückgehen, ist selbstverständlich.

---

[1]) Siehe die Fußnote zum Titel der vorliegenden Arbeit.

Die Fälle sind daher in zwei Gruppen einzuteilen:

1. Reposition nicht gemacht (bzw. nicht gelungen). Meist Fortbestehen oder sogar Fortschreiten der Lähmungen, höchstens vorübergehende Besserung; nach Tagen oder Wochen Exitus: **Gruppe II.**

2. Erfolgreiche Reposition gemacht. Meist augenblicklich Schwinden der Spinalsymptome; anscheinend auch weiterhin guter Verlauf (die gesammelten Fälle zeigen aber in der Mehrzahl eine ungenügend lange Beobachtungszeit, auch war meist eine genaue Diagnose unmöglich): **Gruppe III.**

Abteilung C. Nach dem Unfall zunächst keine Lähmungen. Die Verletzten können nach dem Unfall, bzw. nach dem Erwachen aus einer Bewußtlosigkeit aufstehen und nach Hause gehen, sei es daß sie den Kopf mit den Händen festhalten müssen, sei es daß dies nicht notwendig ist; zuweilen können sie sogar einige Stunden weit gehen, manchmal vertragen sie auch das Rütteln beim Fahren oder Reiten.

Aus dem Freibleiben von Lähmungen in diesen Fällen von vollständiger Luxation des Atlas nach vorne oder hinten geht hervor, daß der Wirbelkanal dabei nicht stark oder gar nicht verengt, das Rückenmark also nur wenig zusammengedrückt ist. Es ergibt sich dies übrigens auch aus der Sektion mancher Fälle, ferner sogar aus dem bloßen Studium der Imitation der Verletzung am Skelett.

Es ergibt sich dies auch manchmal deutlich bei der Röntgenuntersuchung der Verletzten. Zur Darstellung des Wirbelkanals zieht man in der Seitenaufnahme des Halses die vordere und hintere Wirbelkanallinie; man erhält erstere durch Verbindung der hinteren Wirbelkörperkonturen, letztere durch Verbindung der vorderen Konturen der hinteren medianen Bogenteile. (Vergleiche meine Angaben in einem früheren Kapitel.)

Malgaigne machte bereits darauf aufmerksam, daß das Abgleiten des Atlas über dem Epistropheus selbst bei der vollständigen Luxation den Wirbelkanal gewöhnlich nur wenig verengt und demgemäß Aussicht auf Rettung läßt.

Auch Wagner & Stolper (l. c. 302) erwähnen, daß die beiden obersten Halswirbel sich bei der Luxation zwar oft stark dislozieren, aber trotzdem nur eine ziemlich geringe und reparable Markschädigung hervorrufen, eine fast reine Kompression mit rückbildungsfähiger Lähmung, es findet „ein vorsichtiges Zusammenschnüren des Rückenmarks" statt, im Gegensatz zur akuten Quetschung des Rückenmarks, die so häufig bei Verletzungen tiefer gelegener Regionen der Wirbelsäule vorkommt.

Auch Sonnenburg hebt das häufige Ausbleiben oder rasche Schwinden von Lähmungen bei Verletzung der obersten Halswirbel hervor und warnt in solchen Fällen vor Fehldiagnosen und schlechten Gutachten; „das Fehlen der sogenannten typischen Lähmungen berechtigt nicht, einen Bruch oder eine Luxation der Wirbel auszuschließen".

Unter den von uns gesammelten, in den Tabellen angeführten 52 Fällen (meist typische Luxationen im Atlas-Epistropheus-Gelenk mit Densfraktur) mit Überleben des Unfalles trugen nur 10 sofort schwere Lähmungen davon (Fälle Nr. 1—10), dagegen waren 41 (Nr. 11—51) nach dem Unfalle frei von Lähmungen.

Im Falle von Sgalitzer handelte es sich um eine Luxation des Epistropheus (also eine im Vergleich mit unseren Fällen etwas weiter unten gelegene Verletzung) mit Bogenbruch, auch ohne Rückenmarksverletzung.

Von spinalen Erscheinungen bleiben aber auch in den günstig verlaufenden Fällen manchmal doch Spuren zurück, z. B. an den Pupillen, also Sympathikussymptome, oder Atrophie einer Zungenhälfte (Fall von Uhde-Hagemann-Böttger, unser. Fall), eine Veränderung, die auf Läsion des Hypoglossus zurückzuführen ist (die Erscheinung ist übrigens auch bei den häufigeren Fällen von Pottscher Krankheit der obersten Halswirbel wiederholt bemerkt worden).

Der Verlauf der Erscheinungen kann sich aber bei den Fällen unserer Abteilung C (mit anfänglich gutem Zustand: ohne Lähmungen) später verschieden gestalten — es können später Lähmungen auftreten; dazu im Gegensatz stehen die Fälle, in denen die Patienten noch lange frei von Lähmung und auch noch lange am Leben geblieben, allenfalls nach dem ausdrücklichen Bericht des Autors an einer Krankheit — nicht an der Verletzung — gestorben sind. Darnach ist also die Abteilung C in mehrere Unterabteilungen zu teilen.

Unterabteilung 1. Gleich nach dem Unfall zwar keine Lähmung, dagegen später



Lähmung und Tod, an der Verletzung selbst: an sekundärer Wirbelverschiebung, sei es schon nach Tagen oder Wochen, sei es erst nach Monaten oder Jahren: **Gruppe IV.**

Die zum Tode führenden Lähmungen können etappenweise oder allmählich eintreten und fortschreiten, zuweilen sind auch Sprach- und Schluckstörungen vorhanden, oder es tritt ohne Vorläufer plötzlich der Tod ein, manchmal schon nach Stunden oder Tagen, manchmal erst nach Wochen, Monaten oder Jahren. Die Erscheinungen sind meist durch Wirbelverschiebung und Kompression des Rückenmarks zu erklären (in manchen Fällen hatte man vorher überhaupt nicht erkannt, daß eine Wirbelverletzung vorhanden war).

In anderen Fällen tritt der Tod (in unseren Fällen nach $^1/_2$—$2^1/_2$ Jahren) durch Hinzutreten von Infektion ein, mit „Karies" an der Frakturstelle und Meningitis: **Gruppe V.**

Unterabteilung 2. Patient durch die Verletzung nicht zugrunde gegangen,

Kasuistische

Fälle von Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk, meist mit Abbruch des Zahnfortsatzes Fällen, in jeder Gruppe die Fälle so angeordnet, daß zuerst die mit kurzer Lebensdauer nach dem Unfall, bzw. gleich nach dem Unfall sind

Gruppe II.

Gleich nach dem Unfall schwere Lähmungen, Reposition nicht gemacht (oder nicht ge-

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Gehirn-Stör.	Erscheinungen gleich nachher	
					Wirbelsäule	spinale Stör.
1	Chelius 1838	68 jähr. Mann	Sturz von Treppe	—	Schmerzen im Hals	Lähmung vom Halse abwärts
2	Marshall 1875	28 jähr. Mann	Sturz von zwei Stock Höhe	Bewußtlos	Schmerzen im Nacken, Kopf stark nach links gedreht, rechter St.cl.mast.zusammengezogen	Lähmung des rechten Armes
3	Wagner & Stolper 1885	20 jähr. Bursch	Stoß gegen Hinterkopf	24 Stunden bewußtlos	Steifigkeit der Halswirbelsäule, diese sehr druckschmerzhaft, Dorn III vorspringend, im Rachenwirbel II prominent	Lähmung vom Halse abwärts
4	Berndt 1893	79 jähr. Frau	Sturz auf Treppe mit Kopf voran	—	Schmerzen im Nacken, I. und II. Wirbel druckschmerzhaft, am Nacken und im Rachen keine Prominenz	Rechts Hemiplegie, Sensibilitätsstörung links. Schmerzen im rechten Arm
5	Melicher 1848	47 jähr. Frau	Sturz von Leiter mit Schaff, Fall auf Hinterkopf	bewußtlos	Kopf locker, Patientin mußte ihn stützen, Schmerzen in Kopf und Nacken	Gesicht gerötet, Pulsbeschleunigung, Schwäche der Beine, Parästhesien in den Armen

[1]) Über den wahrscheinlich auch hierher gehörenden Fall von Lloyd (mit Tod nach 11 Tagen) und den

a) aber bald infolge von interkurrenter Erkrankung gestorben (in unseren Fällen nach 1—7 Wochen): **Gruppe VI.**

b) Guter Verlauf, aber ungenügend lange Beobachtungszeit: **Gruppe VII.**

c) Guter Verlauf (zuweilen später behufs Korrektur der Kopfstellung Reposition, manchmal durch neuerlichen Sturz vorübergehende Lähmungen) und lange Beobachtungszeit oder, zwar der Tod berichtet, aber doch langes Überleben des Unfalls (solide Heilung).

α) Rein klinische Beobachtungen: **Gruppe VIII.**

β) Fälle mit Sektion: **Gruppe IX.**

γ) Zufällige Sektionsbefunde (erst viele Jahre nach dem Unfall Tod an einer Krankheit, Anamnese über die Art der Verletzung und Angaben über den Verlauf fehlend): **Gruppe X.**

Tabellen.

des Epistropheus (auch einige Fälle mit Bruchlinie etwas tiefer: im Epistropheuskörper). 9 Gruppen von kurzer Beobachtungsdauer stehen, dann die mit zunehmend längerer Zeit. Die Fälle der Gruppe 1 mit Tod hier nicht gesammelt.

lungen); meist Fortdauer oder Fortschreiten der Lähmungen, bald Tod (nach etwa 1—7 Wochen).[1])

Behandlung	Verlauf	Befund zuletzt	Exitus (Zeit nach dem Unfall)	Sektionsbefund	
				Wirbelsäule	Rückenmark
—	—	—	5 Tage	Bruch des Atlas an zwei Stellen, die Bruchlinie diagonal durch d. linke Foramen intervertebrale gehend und Bruch der Dens epistrophei an Basis; keine Dislokation	**Zentrale Blutung**
—	Fortschreiten der Lähmungen auf linken Arm, dann auf rechtes Bein	Am 8. Tag Krämpfe im rechten Bein, dann Coma	9 Tage	Bruch der rechten Seitenmasse des Atlas	**Lokale Erweichung**
Reposition zwar **möglich**, aber **gleich** wieder Luxation, Extensionsverband	Rückkehr der Motilität und Sensibilität und gute Atmung, aber am 6. Tage neuerliche Störungen	Dyspnoe und Dekubitus	20 Tage	Querfraktur des Körpers des Epistropheus, Bruchlinie **durch** die Gelenkfortsätze **ziehend, das obere Stück nach vorne disloziert, beginnende Kallusbildung**	**unversehrt**
—	Zunehmende Besserung	—	30 Tage	**Rechter Teil des Atlas nach hinten luxiert, vorderer Bogen in der Mitte abgebrochen; Dens epistr. mit Stück Körper abgebrochen, nach links verschoben, Gelenkkapsel zwischen I. und II. Wirbel gezerrt**	**Wirbelkanal rechts stark verengt**
Stützung des Kopfes **durch** Kissen bei **sitzender** Stellung	Vorübergehende Besserung, **dann wieder** Verschlimmerung, **Zuckungen in den** Gliedern, **Schluck- und Sprachstörung**	Dyspnoe, **Stuhlabgang und Harnträufeln**	34 Tage	**Vorderer Bogen des Atlas und Dens epistrophei abgebrochen, kein Kallus**	**Medulla oblongata breiig erweicht**

Fall von Christovich (mit Tod nach 16 Tagen) fehlen mir die näheren Daten.

Lähmung und Tod, an der Verletzung selbst: an sekundärer Wirbelverschiebung, sei es schon nach Tagen oder Wochen, sei es erst nach Monaten oder Jahren: **Gruppe IV.**

Die zum Tode führenden Lähmungen können etappenweise oder allmählich eintreten und fortschreiten, zuweilen sind auch Sprach- und Schluckstörungen vorhanden, oder es tritt ohne Vorläufer plötzlich der Tod ein, manchmal schon nach Stunden oder Tagen, manchmal erst nach Wochen, Monaten oder Jahren. Die Erscheinungen sind meist durch Wirbelverschiebung und Kompression des Rückenmarks zu erklären (in manchen Fällen hatte man vorher überhaupt nicht erkannt, daß eine Wirbelverletzung vorhanden war).

In anderen Fällen tritt der Tod (in unseren Fällen nach ½—2½ Jahren) durch Hinzutreten von Infektion ein, mit „Karies" an der Frakturstelle und Meningitis: **Gruppe V.**

Unterabteilung 2. Patient durch die Verletzung nicht zugrunde gegangen,

---

Kasuistische

Fälle von Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk, meist mit Abbruch des Zahnfortsatzes
Fällen, in jeder Gruppe die Fälle so angeordnet, daß zuerst die mit kurzer Lebensdauer nach dem Unfall, bzw.
gleich nach dem Unfall sind

Gruppe II.

Gleich nach dem Unfall schwere Lähmungen, Reposition nicht gemacht (oder nicht ge-

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Gehirn-Stör.	Erscheinungen gleich nachher	
					Wirbelsäule	spinale Stör.
1	Chelius 1838	68 jähr. Mann	Sturz von Treppe	—	Schmerzen im Hals	Lähmung vom Halse abwärts
2	Marshall 1875	28 jähr. Mann	Sturz von zwei Stock Höhe	Bewußtlos	Schmerzen im Nacken, Kopf stark nach links gedreht, rechter St.cl.mast.zusammengezogen	Lähmung des rechten Armes
3	Wagner & Stolper 1885	20 jähr. Bursch	Stoß gegen Hinterkopf	24 Stunden bewußtlos	Steifigkeit der Halswirbelsäule, diese sehr druckschmerzhaft, Dorn III vorspringend, im Rachenwirbel II prominent	Lähmung vom Halse abwärts
4	Berndt 1893	79 jähr. Frau	Sturz auf Treppe mit Kopf voran	—	Schmerzen im Nacken, I. und II. Wirbel druckschmerzhaft, am Nacken und im Rachen keine Prominenz	Rechts Hemiplegie, Sensibilitätsstörung links. Schmerzen im rechten Arm
5	Melicher 1848	47 jähr. Frau	Sturz von Leiter mit Schaff, Fall auf Hinterkopf	bewußtlos	Kopf locker, Patientin mußte ihn stützen, Schmerzen in Kopf und Nacken	Gesicht gerötet, Pulsbeschleunigung, Schwäche der Beine, Parästhesien in den Armen

[1]) Über den wahrscheinlich auch hierher gehörenden Fall von Lloyd (mit Tod nach 11 Tagen) und den

a) aber bald infolge von interkurrenter Erkrankung gestorben (in unseren Fällen nach 1—7 Wochen): **Gruppe VI.**

b) Guter Verlauf, aber ungenügend lange Beobachtungszeit: **Gruppe VII.**

c) Guter Verlauf (zuweilen später behufs Korrektur der Kopfstellung Reposition, manchmal durch neuerlichen Sturz vorübergehende Lähmungen) und lange Beobachtungszeit oder, zwar der Tod berichtet, aber doch langes Überleben des Unfalls (solide Heilung).

α) Rein klinische Beobachtungen: **Gruppe VIII.**

β) Fälle mit Sektion: **Gruppe IX.**

γ) Zufällige Sektionsbefunde (erst viele Jahre nach dem Unfall Tod an einer Krankheit, Anamnese über die Art der Verletzung und Angaben über den Verlauf fehlend): **Gruppe X.**

Tabellen.

des Epistropheus (auch einige Fälle mit Bruchlinie etwas tiefer: im Epistropheuskörper). 9 Gruppen von kurzer Beobachtungsdauer **stehen, dann die mit zunehmend längerer Zeit. Die Fälle der Gruppe 1 mit Tod hier nicht** gesammelt.

lungen); meist Fortdauer oder Fortschreiten der Lähmungen, bald Tod (nach etwa 1—7 Wochen).[1]

Behandlung	Verlauf	Befund zuletzt	Exitus (Zeit nach dem Unfall)	Sektionsbefund	
				Wirbelsäule	Rückenmark
—	—	—	5 Tage	Bruch des Atlas an zwei Stellen, die Bruchlinie diagonal durch d. linke Foramen intervertebrale gehend und Bruch der Dens epistrophei an Basis; keine Dislokation	**Zentrale Blutung**
—	Fortschreiten der Lähmungen auf linken Arm, dann auf rechtes Bein	Am 8. Tag Krämpfe im rechten Bein, dann Coma	9 Tage	Bruch der rechten Seitenmasse des Atlas	**Lokale Erweichung**
Reposition zwar **möglich,** aber **gleich** wieder **Luxation,**Extensions**verband**	Rückkehr der Motilität und Sensibilität und gute Atmung, aber am 6. Tage neuerliche Störungen	Dyspnoe und Dekubitus	20 Tage	Querfraktur des Körpers des Epistropheus, Bruchlinie durch die Gelenkfortsätze ziehend, das obere Stück nach vorne disloziert, beginnende Kallusbildung	**unversehrt**
—	Zunehmende Besserung	—	30 Tage	Rechter Teil des Atlas nach hinten luxiert, vorderer Bogen in der Mitte abgebrochen; Dens epistr. mit Stück Körper abgebrochen, nach links verschoben, Gelenkkapsel zwischen I. und II. Wirbel gezerrt	**Wirbelkanal rechts stark verengt**
Stützung des Kopfes **durch** Kissen bei **sitzender** Stellung	Vorübergehende Besserung, dann wieder **Verschlimmerung, Zuckungen in den Gliedern, Schluck- und Sprachstörung**	Dyspnoe, **Stuhlabgang und Harnträufeln**	**34 Tage**	Vorderer Bogen des Atlas **und Dens epistrophei abgebrochen, kein Kallus**	**Medulla oblongata breiig erweicht**

Fall von Christovich **(mit Tod nach 16 Tagen) fehlen mir die näheren Daten.**



Gruppe III.

Schwere Lähmungen gleich nach dem Unfall, bald erfolgreiche Reposition gemacht, meist Beobachtungsdauer, auch die klinische

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Erscheinungen gleich nachher		
				Gehirn-Stör.	Wirbelsäule	spinale Stör.
6	Peabody 1876	Mann	Sturz 4 Fuß hoch auf Hinterkopf	Bewußtlos, Erbrechen	Unter den Occiput Furche, darunter Vorsprung, Kopf schlaff	Dilatation der Pupillen, Beschleunigung von Puls und Respiration, „konnte aber die Glieder bewegen"
7	Ehrlich (vor 1847)	16jähr. Bursch	Sturz auf Treppe nach hinten, der Sack, den er trug, rollte ihm übers Gesicht	Konnte aufstehen, fiel aber gleich bewußtlos nieder	Kopf schlaff, nach rechts hinten hängend, an der linken Halsseite ein Vorsprung (Epistropheus)	Allgemeine Lähmung
8	Horn 1840	40jähr. Mann	Fall vom Baum	—	Kopf schlaff nach vorne hängend	Lähmung vom Halse abwärts
9	Bernhuber 1852	18jähr. Bursch	Wurde am Kopf gerissen und zu Boden geworfen	Konnte ein paar Schritte machen, fiel dann bewußtlos nieder	„Der Kopf wackelte nach allen Richtungen herum", Nacken oben auf Druck schmerzhaft	Gesicht gerötet, Respiration beschleunigt, Krämpfe
10	Quetsch 1914 („Fall 56")	51jähr. Mann	Sturz von Wagen, Fall auf Kopf	Bewußtlos	Kopf nach vorne gesunken, mußte vom Patienten gehalten werden	Rechtsseitige Hemiplegie

Gruppe IV.

Nach dem Unfall zunächst keine Lähmungen, dagegen später (nach Tagen oder Wochen,

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Erscheinungen gleich nachher	
				Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule usw.
11	Speyer 1851	49jähr. Mann	Sturz aus beträchtlicher Höhe, Fall auf Kopf	Ging 2 Stunden weit nach Hause (lag dann zu Bett, Schwäche der Arme)	Nackenschmerzen
12	Leyden 1874	67jähr. Mann	Sturz in einen Keller, vornüber auf Stirne	Erhob sich und ging nach Hause	Nackenschmerzen, Steifigkeit, Prominenz am Nacken und im Rachen; Dyspnoe, Schling- und Sprachstörung

sofort Schwinden der Erscheinungen, anscheinend auch weiterhin guter Verlauf (aber in der Mehrzahl zu kurze **Diagnose** meist nur ungenau möglich).

Behandlung	Wirkung	Letzte Untersuchung		Klin. Diagnose
		Zeit nach Unfall	Befund	
Bald Reposition durch **Rück**wärtsbewegung **des** Kopfes	Sofort Schwinden der Störungen	1 Tag (!)	Prominenz am Nacken geschwunden	**„Luxation des Atlas nach vorne"**
Bald Reposition und **Extension**	Gleich Schwinden der Lähmung	12 Tage	Kopf wieder fest, nur Spannungsgefühl bei Drehung, Lähmungen geschwunden	**„Luxation des Atlas nach hinten"**
Bald Reposition	Sofort Schwinden der Lähmungen	14 Tage	normal	**„Luxation des Atlas nach vorne mit Abweichen des Zahnfortsatzes"**
Bald Extension in **sitzender** Stellung	Gleich Sensorium frei, Krämpfe geschwunden, konnte nach 14 Tagen wieder herumgehen	3 Monate	Beugung und Drehung des Kopfes sehr eingeschränkt	**„Impression oder Fraktur des Atlas"**
(**wahr**scheinlich irgend**wie** Reposition, dar**über** nichts angegeben)	Schwinden der Lähmung	**$2^1/_2$ Jahre**	Kopf nach **vorne** geneigt und **nach vorne** gerutscht, am **Nacken starke** Prominenz **(Epistr.), im Rachen oben Vorsprung (Atlas), Bewegung des Kopfes eingeschr., nicht schmerzh. Kraft des rechten Armes herabgesetzt. Röntgenbefund: Epistr.-Zahn abgebrochen, nach vorne rechts geneigt, Epistr.-Körper rechts abgeflacht, Atlas nach vorne geschoben und geneigt, knöcherne Heilung**	**„Fraktur des Epistr.-Zahnes, Luxation des Atlas nach vorne"**

Monaten oder Jahren) **Tod an der Verletzung durch sekundäre Wirbelverschiebung.**

Vorläufer			Weiterer Verlauf	Exitus (Zeit nach dem Unfall)	Sektionsbefund	
Zeit seit Unfall	Wirbelsäule	spinale Störungen			Wirbelsäule	Rückenmark
8 Tage	Geringe Prominenz am Nacken in der Gegend des II. C. W.	Vollständige Lähmung der Arme	—	8 Tage (mehrere Stunden nach Eintritt von Lähmung) „bei unvorsichtiger Bewegung plötzlich Tod"	Schiefbruch beider Bögen des Atlas und Bruch der Dens epistr., keine Dislokation	—
6 Tage	—	Schwäche des rechten Armes	**Dauernde Lähmung des linken Armes, Anästhesie des linken, Parästhesien des rechten Beines, Fortschreiten der Lähmungen**	**9 Tage (Delirien)**	Abnorme Beweglichkeit **zwischen I. und II. Halswirbel, Gelenkkapseln unverletzt, Dens epistr. an Basis abgebrochen**	**Wirbelkanal sehr verengt**

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Erscheinungen gleich nachher	
				Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule usw.
13	Wagner & Stolper 1898	31jähr. Mann	Sturz auf Treppe beim Hinabsteigen	Ging bis zur Wohnung, brach dort zusammen	Kopf nach rechts gedreht, Beugung und Streckung möglich, Drehung unmöglich, schmerzhafte Anschwellung am Nacken, Rachen normal, Diagnose: „Distorsion"
14	Richet 1851	22jähr. Mann	Schoß sich in den Hals zwischen I. und II. W.	(anscheinend keine Lähmung)	Kopf steif, Patient mußte ihn mit den Händen stützen
15	Gibson 1885	58jähr. Mann	Abends auf Gebirgspfad ausgeglitten, tief gefallen, lag die Nacht bewußtlos	konnte wegen Unsicherheit nicht gehen	Kopf nach vorne gebeugt bis zum Sternum, Hals steif, Schmerzen unter dem Hinterkopf Prominenz, Schluckstörung; Diagnose: „Luxation des Atlas"
16	Palletta 1820	Lastträger	wurde durch enorme Last plötzlich niedergedrückt	Stand auf und ging nach Hause	Kopf nach vorne und links geneigt, haltlos, am Nacken tiefe Grube (Befund nach 1 Monat der gleiche)
17	Hun (Jahr ?)	65jähr. Frau	Erhielt nachts in betrunkenem Zustande Schläge mit einem Eisen auf den Kopf und wurde am Boden liegend in d. Nacken getreten	Lange bewußtlos, konnte dann gehen	Am Nacken schmerzhafte Schwellung, Kopf nach der Seite gedreht und fixiert, Schluckstörung
18	Bernstein 1903[1])	18jähr. Bursch	Schwungrad einer Sägemaschine gegen die linke Halsseite gefallen	—	Kopf um 40° nach links gedrecht und nach vorne geneigt, Bewegungen fast unmöglich. Röntgenaufnahme: Luxation des Atlas, Fraktur des Zahnf. des Epistr.
19	Parker 1853	40jähr. Mann	Sturz von Fuhrwerk, Fall aufs Gesicht	Nicht bewußtlos, konnte nach Hause fahren	Kopf- und Nackenschmerzen, unfähig, den Kopf zu drehen, am 3. Tage Prominenz im Nacken, mußte den Kopf stützen
20	Costes 1852	15jähr. Bursch	Stoß gegen Nacken erhalten	Gang und Atmung erschwert	Kopf fiel nach vorne

[1]) In mancher Beziehung ähnlich ist der Fall von Preiß 1792: Ein 16jähr. Bursch wurde auf der linken Halsseite überfahren und blieb liegen. Geschwulst am Nacken, lag im Bett halb betäubt, stets auf der rechten Seite, Puls unregelmäßig, Körper unbeweglich, Stimme lallend, Zuckungen in den Gliedern. Nach 3 Tagen Besserung, bald konnte er sich im Bett aufrichten, die Störungen schwanden bis auf schmerzhafte Geschwulst im Nacken und Unfähigkeit, den Kopf nach links zu drehen. Repositionsversuch ohne Erfolg. Er ging nun wieder



Vorläufer			Weiterer Verlauf	Exitus (Zeit nach dem Unfall)	Sektionsbefund	
Zeit seit Unfall	Wirbelsäule	spinale Störungen			Wirbelsäule	Rückenmark
9 Tage	Durch Drehung des Kopfes sofort Ohnmacht, Epistr.-Dorn jetzt sehr prominent	Lähmung vom Halse abwärts, Sprachstörung	Spasmus der Beine	12 Tage	Luxation des Atlas nach vorne rechte Gelenkkapsel gerissen, Abbruch der Dens mit kleinem Stück des Körpers des II. W.	Wirbelkanal sehr verengt
10—12 Tage	Der Kopf sank allmählich zum Sternum herab		—	17 Tage bei Aufrichten im Bett	Altas nach vorne luxiert, Lig long. ant. und Gelenkkapseln zerrissen. Dens epistr. an Basis abgebrochen	—
Bald Reduktion durch Zug, „Einschnappen“, Dislokation und Schmerzen behoben, Ruhelage, keine Vorläufer				23 Tage bei Aufrichtung im Bett	Kopf mit Atlas nach vorne luxiert, I. und II. W. getrennt, Dens epistr. abgebrochen und mit I. W. nach vorne verschoben	Rm. gezerrt u. an den vorderen Teil des Wirbelkanals angepreßt, geringe Blutung
Keine Vorläufer				2 Monate plötzlich	Dens epistr. an Basis abgebrochen, Ligam. susp. und cruciat. erhalten	—
Innerhalb von acht Tagen	Prominenz am Nacken stärker	Gang unsicher, linker Arm schwächer werdend	Zunahme der motorischen und sensorischen Lähmungen	3 Monate	Atlas nach rechts disloziert, Dens epistr. abgebrochen, Ligam. transv. erhalten	Rückenmark komprimiert
72 Tage	Heftige Schmerzen	Beginn von spast. Lähmungen der Arme und Beine, zuerst auf r. Seite erscheinend, sich dann durch 14 Tagen weiter ausbreitend, Sphinkterstörung	—	101 Tage (Phrenicuslähmung und Decubitus)	Luxation des Atlas nach vorne („Rotat. lux.“), rechte Gelenkfläche nach vorne geschoben, an der Innenfläche des Epistr. Dornfortsatzes Kallus	„Druck auf das Rückenmark durch den Kallus“
4 Monate	Konnte bisher seiner Beschäftigung nachgehen, dann aber Paresen und Parästhesien in den Extremitäten		—	5 Monate (plötzlich)	Luxation zwischen I. und II. W., Dens epistr. abgebrochen, geneigt, vor die rechte Massa lat. epistr. verschoben, an Bruchstelle viel Blut, alle Bänder bis auf Lig. occip.-epistr. erhalten	Rückenmark anscheinend unverletzt
Einige Tage	Prominenz am Nacken	Lähmung der Extremitäten	Cyanose, Pulsbeschleunigung	5 Monate	Atlas gegen Occiput nach vorne luxiert, und zwar rechts vollständig (Drehung), Atlas auch gegen Epistropheus nach vorne luxiert, Dens epistr. an Basis abgebrochen und nach vorne verschoben, fast horizontal liegend, an der Bruchstelle fibröser Kallus	Wirbelkanal sehr verengt, Rückenmark stark komprimiert

der Arbeit nach, hatte aber Kurzatmigkeit; später traten wieder Lähmungen auf in oberen und unteren Extremitäten, der Kopf sank nach hinten. Neuerliche Reposition gelang nur teilweise. Nach 101 Tagen Exitus. Sektion: Luxation des II. über dem III. W., ersterer nach rechts gedreht und nach rechts gesenkt. Rückenmarkhäute etwas entzündet.

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Erscheinungen gleich nachher	
				Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule usw.
21	Romm 1905	26jähr. Mann	Sturz aus 5 m Höhe, Fall auf Kopf	Bewußtlos, keine Lähmungen	Kopf gebeugt, Nacken steif, schmerzhaft
22	Hutchinson 1868[1])	24jähr. Mann	Stieß mit schwerem Schubkarren gegen Stein	Konnte weiter gehen, fiel aber nach einigen Tagen zu Boden (Schwindel, Parästhesien in den Extremitäten, keine Lähmungen); bald trat Besserung ein, er konnte wieder herumgehen	Mußte Kopf mit den Händen stützen.

Gruppe V.

Nach dem Unfall keine Lähmungen, Tod durch Infektion der

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Erscheinungen gleich nachher		Darauf folgender Zustand
				Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule usw.	
23	Vanderpoel 1877	21 jähr. Mann	Fall auf Hinterkopf	(anscheinend keine Lähmung)	Prominenz am Nacken, Steifigkeit und Schmerzen	Konnte leichte Arbeit verrichten
24	Spangenberg 1843	28 jähr. Soldat	Fiel vom Pferd	Konnte gleich wieder aufsteigen und noch $^1/_2$ Meile weiter reiten	—	Beim Absteigen vom Pferd „Knacken“ im Genick, Kopf verliert den Halt, Prominenz am Nacken, keine Lähmungen, verließ nach 2 Monaten das Bett, mußte Stützapparat tragen

[1]) Hierher ist wohl auch der Fall von Elliot & Sachs (1912) zu stellen; er betrifft einen Mann, der nach einem Unfall mit Verletzung der obersten Halsregion durch 32 Jahre zumeist arbeitsfähig gewesen war (nur zeitweise Lähmung des rechten Armes, Steigerung der Patellarreflexe). Nun war durch eine unvorsichtige Bewegung vollständige Lähmung und Dyspnöe eingetreten.

Die Röntgenuntersuchung ergab: Luxation des Atlas nach vorne, Zahnfortsatz des Epistropheus ab-

Vorläufer			Weiterer Verlauf	Exitus (Zeit nach dem Unfall)	Sektionsbefund	
Zeit seit Unfall	Wirbelsäule	spinale Störungen			Wirbelsäule	Rückenmark
Bettruhe von 2 Monaten, konnte dann wieder gehen, immer Nackenschmerzen, Schluckstörungen. Befund nach 5 Monaten: Hals steif, Kopf nach vorne gebeugt, etwas nach rechts gedreht, links geneigt, Drehung unmöglich, Hinterhaupt wenig vorspringend, darunter Vertiefung, darunter Vorsprung (Epistr.), auf Druck empfindlich, im Rachen links oben Vorsprung (Atlas). Röntgenbefund: Kopf stark geneigt, Atlas mit Epistr.-Zahn gegen den Epistr.-Körper nach vorne verschoben, Halswirbelsäule im übrigen stark lordotisch				6 Monate (Ursache nicht angegeben)	Keine Sektion, klin. Diagnose: Luxation des Atlas nach vorne und Abbruch des Epistropheuszahnes	—
$1^1/_2$ Jahr	Bei starkem Hustenstoß sank der Kopf aufs Sternum herab, war stark nach rechts gebeugt, Paraplegie ($^1/_2$ Jahr später Tod)		—	2 Jahre	Atlas subluxiert, Dens epistrophei an Basis abgebrochen, mit Atlas abgewichen und damit knöchern verwachsen, Ankylose der oberen Halswirbel (wahrscheinlich durch Brückenbildung, aber ungenügend fest)	—

Bruchstelle, „Karies“ und Meningitis ($^1/_2$—$2^1/_2$ Jahre nach dem Trauma).

Vorläufer		Exitus (Zeit nach Unfall)	Sektionsbefund	
Zeit nach dem Unfall	Erscheinungen		Wirbelsäule	Rückenmark
$6^1/_2$ Monate	Erscheinungen von Meningitis, nach einigen Tagen Tod	$6^1/_2$ Monate nach Unfall	Abbruch der Dens epistr., Caries des Epistropheus	Davon ausgehende Meningitis
$^1/_2$ Jahr	Starke Schmerzen, Schlingbeschwerden, bald Aufbruch von Abszeß über rechter Clavikel; 1 Jahr später ($1^1/_2$ Jahre nach Trauma) wieder Aufbruch des Abszesses am Halse, Fieber	$2^1/_2$ Jahre	In der Nackenmuskulatur Eiterhöhle, Querfortsätze des III. und IV. Halswirbels und der Körper aller Halswirbel kariös; hinterer Bogen des Atlas beiderseits abgebrochen und kariös, Dens epistrophei abgebrochen	Rückenmark nicht verletzt

gebrochen. Es wurde sogleich ein Calotsches Korsett angelegt, dennoch erfolgt bald der Tod.

Die Sektion ergab: Epistropheuszahn abgebrochen, samt dem abgebrochenen vorderen Bogen des Atlas gegen den Epistropheuskörper nach vorne verschoben. Zahn des Epistropheus mit dem Bogen des Atlas knöchern verwachsen, nicht aber mit dem Körper des Epistropheus. Im Rückenmark Degeneration der Pyramidenbahnen.

Gruppe VI.

Nach dem Unfall keine Lähmungen, aber bald Tod infolge einer

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Erscheinungen gleich nachher	
				Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule usw.
25	v. Thaden 1874	70 jähr. Mann	Abends Sturz in tiefe Sandgrube	Bewußtlos, ging dann $^3/_4$ Stunden weit nach Hause	Schmerzen besonders beim Kopfdrehen, keine Prominenz. Diagnose: „Verstauchung der Halswirbelsäule"
26	Pichler & Weinländer 1908 u. 1910	59 jähr. Mann	Sturz 2—3 Meter tief	Konnte aufstehen und weggehen	Schmerzen im Kopf und Nacken, Kopf nach vorne gebeugt (nicht gedreht), Hals steif; im Rachen ein Vorsprung
27	Philipps 1836 u. 1837	32 jähr. Mann	Sturz vom Heuwagen, Fall auf Hinterkopf	Bewußtlos, konnte dann aufstehen und $^1/_2$ Meile weit gehen	Steifigkeit des Halses

Gruppe VII[1]).

Keine Lähmungen nach dem Unfall; guter

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Erscheinungen gleich nachher	
				Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule
28	Fritzsche 1913 Fall II	57 jähr. Frau	Sturz auf Treppe	Nicht bewußtlos, keine Lähmungen, konnte aufstehen	Schmerzen im Hals, muß den Kopf mit Händen stützen, kann herumgehen; keine auffallende Verschiebung des Kopfes, freie Bewegung des Kopfes unmöglich, nur kleine Drehbewegungen möglich, Druckempfindlichkeit im Nacken
29	Uhde, Hagemann & Böttger 1878	34 jähr. Mann	Sturz vom Dach 30 Fuß hoch	Bewußtlos, keine Lähmungen	Schmerzen im Nacken, linker Proc. trans. des Atlas deutlicher zu fühlen, im Rachen keine Prominenz, Kopf nach links gedreht und rechts gesenkt, Kinn etwas erhoben; beim Aufsetzen im Bett stützt Patient den Kopf mit der Hand

[1]) Die wahrscheinlich hierher gehörigen Fälle von Sinkler und von Carter konnte ich nicht im

interkurrenten Erkrankung (1—7 Wochen nach der Gewalteinwirkung).

Verlauf	Exitus (Zeit nach Unfall, Ursache)	Sektionsbefund	
		Wirbelsäule	Rückenmark
Nach 3 Tagen Schmerzen beim Schlucken, Parästhesien in den Händen	8 Tage, Erysipel von der Kopfwunde aus	Dens epistrophei abgebrochen, nicht disloziert, Bänder erhalten bis auf untere Insertion des Lig. cruciat., Bluterguß im Zahngelenk	—
Beim Aufsetzen aus Rückenlage Nackenschmerzen. Patient muß den Kopf mit den Händen stützen, keine spinalen Symptome	7 Wochen, Schluckpneumonie bei Ösophaguskarzinom	Dens epistr. abgebrochen, mit geringer Verschiebung nach rechts vorne; keine Spur von Kallus; Lig. transv. erhalten. Sonst an der Wirbelsäule kein pathologischer Befund	—
Befund nach mehreren Wochen: kann seine Arbeit am Lande verrichten, aber Steifigkeit des Halses, druckschmerzhafte Prominenz am Nacken. Nach mehreren Monaten Schlingbeschwerden, Veränderung der Stimme, Prominenz im Rachen	47 Wochen, Hydrothorax, allgemeines Anasarka	Dens epistr. abgebrochen, Lig. transv. erhalten, vorderer und hinterer Bogen des Atlas von einander getrennt, ersterer samt Dens epistr. vor den Körper des Epistr. verschoben, hinterer Atlasbogen an normaler Stelle; etwas Kallus vorhanden	—

Verlauf, aber zu kurze Beobachtungsdauer.

Behandlung	Verlauf, späterer Befund	Letzte Untersuchung		Klinische Diagnose
		Zeitpunkt	Erscheinungen	
Bettruhe	Rachenwand etwas vorgewölbt, blutunterlaufen, Palp. druckempfindlich; am Nacken Epistr.-Dorn etwas zu wenig vorragend. Röntgenbefund: Atlas um 5 mm nach hinten verschoben, Epistr.-Zahn abgebrochen, wenig verschoben, Körper des 5. Halswirbels etwas zusammengedrückt	Kurze Zeit darauf	Dieselben	„Bruch des Epistr.-Zahnes, Subluxation des Atlas nach hinten"
am folgenden Tag Repos.-Versuch, gelingt aber nicht, Glissonsche Schlinge	—	Einige Wochen	Kopfbewegungen eingeschränkt, Lähmung im Bereich des Plexus pharyngeus und Nervus hypoglossus links und glossopharyngeus rechts, rechte Zungenhälfte atrophisch	„Rotationsluxation des Atlas mit Drehung nach links"

Original nachlesen.

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Erscheinungen gleich nachher	
				Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule
30	Wittkop 1910	17jähr. Mann	Schlag von herabfallendem Stein auf gebeugten Nacken	Nicht bewußtlos, keine Lähmungen	Kopf nachts rechts geneigt, Gesicht nach links und oben gerichtet, Schmerzen im Nacken, Bewegungen des Kopfes eingeschränkt, Drehung ganz unmöglich; am Nacken Grube, darunter vorspringend Epistr.-Dorn, seitlich rechts auch Vorsprung. Im Rachen oben Vorwölbung (Atlas). Röntgenbefund: Atlas nach vorne rechts luxiert, gedreht und geneigt
31	Hesse 1895	Mann	Sturz vom Baum, Fall auf den Kopf	Nicht bewußtlos, Schütteln der Arme und Beine, konnte aber nach Hause gehen, keine Lähmungen	Patient muß den Kopf beim Aufrichten stützen, er ist nach links gedreht und nach rechts geneigt, das Kinn erhoben; Occiput vortretend, Gegend des Atlas am Nacken eingesunken, Halswirbelsäule lordotisch, auch oben vorne rechts neben Ste. cl. mast. Vorwölbung, im Pharynx mehr rechts ein druckschmerzhafter Vorsprung („Massa lat. de. atlantis"); aktiv nur geringe Drehbewegungen möglich
32	Billot 1900	21jähr. Mann	Sturz 3 m hoch	Nicht bewußtlos, keine Lähmungen	Schmerzen im Nacken, Schluckstörungen, Kopf steif
33	Nélaton 1906	73jähr. Frau	Sturz auf Treppe nach hinten, mit Occiput aufgefallen	Konnte gestützt ins Zimmer gehen, keine Lähmungen	Schmerzhafte Anschwellung am Nacken, Kopf nach vorne vorgestreckt, Patientin kann ihn nicht drehen, keine Schluckstörungen
34	Wittek 1906	32jähr. Mann	wurde von fallenden Steinen am Nacken und Hinterkopf getroffen und zu Boden geworfen, „knackendes Geräusch"	Konnte aufstehen und nach Hause gehen, keine Störungen der Motilität und Sensibilität	Patient mußte den Kopf mit den Händen stützen; Kopf leicht gebeugt, etwas nach links geneigt, nach rechts gedreht, ferner über dem Halse nach vorne verschoben
35	Hildebrand 1911 Fall II	54jähr. Mann	Sturz von Heuwagen	Bewußtlos, konnte dann aufstehen und gestützt gehen, keine Lähmungen	Schmerzen im Rachen, Schwierigkeit, den Kopf aufrecht zu halten, Schluckstörungen
36	Hildebrand 1911 Fall I	30jähr. Frau	Sturz von Leiter	Bewußtlos, keine Lähmungen	Schmerzen im Hinterkopf und Hals, bei Bewegungsversuch noch stärkere Schmerzen
37	Ullmann 1916	Mann	Sturz von Scheune, 5 Meter	Bewußtlos, keine Lähmungen	Schmerzen im Nacken

Behandlung	Verlauf, späterer Befund	Letzte Untersuchung		Klinische Diagnose
		Zeitpunkt	Erscheinungen	
Reposition, Gipskrawatte	—	4 Wochen	Vorsprung am Nacken und im Rachen verschwunden. Bewegung des Kopfes wieder nach allen Seiten möglich, „Heilung"	„Rotationsluxation des Atlas nach rechts vorne"
am 7. Tag Reposition	Patient arbeitet wieder den ganzen Tag sitzend, den Kopf über die Arbeit geneigt, kann wieder auf der rechten Seite liegend schlafen	8 Wochen	Bewegung des Kopfes fast frei, nur Drehbewegungen eingeschränkt	„Rotationsluxation des Atlas, Verrenkung bilateral im entgegengesetzten Sinne"
—	Steifigkeit, Schmerzen	$2^1/_2$ Monate	Kopf steif, nach rechts gedreht, nach links geneigt, im Nacken oben rechts von Mittellinie Prominenz (Epist.), im Rachen Vorsprung (Atlas). Alle Kopfbewegungen eingeschränkt, besonders Linksdrehung. Röntgenbefund: vorderer Bogen des Atlas abgebrochen, verlagert	„Luxation bzw. Fraktur des Atlas mit leichter Drehung" („Epistroph.-Zahn nicht abgebrochen, weil keine Lähmungen" [!])
—	Patient. sitzt meist, nach 1 Woche geht sie wieder	3 Monate	Kopf vorwärts geneigt, Drehung behindert, sonst keine Störungen. Röntgenbefund (Béclère): „Fraktur des Epistropheus, Wirbelkörper nach vorne, Bogen mit Dorn nach hinten verschoben"	„Fraktur des Epistropheus, Abbruch des Bogens mit Dislokation"
—	—	3 Monate	Kopf in abnormer Stellung fixiert, die Pupillen verengert, Nackenmuskulatur rechts stärker vorspringend, Nickbewegungen möglich, Drehbewegungen nicht möglich, im Rachen hinten rechts eine Stufe, keine Lähmung. Röntgenbefund: Luxation des Atlas mit Beugung und Drehung nach rechts, Zahnfortsatz des Epistr. abgebrochen, etwas nach links abgeknickt	„Luxation des Atlas, Abbruch des Epistropheuszahnes"
Bettruhe	nach mehreren Wochen wieder gehfähig, Hals steif	$^1/_4$ Jahr	Der Kopf wird hoch getragen, nur geringe Drehbewegungen möglich, Hinterkopf nach hinten vorstehend, im Rachen oberster Teil der Rachenwand nach vorne vorstehend. Röntgenbefund: oberer Teil des Epistropheus abgebrochen, mit Atlas und Kopf nach hinten abgewichen	„Bruch des Epistropheus, Verschiebung des oberen Stückes samt Atlas und Kopf nach hinten"
Bettruhe, keine Repositionen	Kopf sehr stark gebeugt, Hals ganz steif, Muskulatur gespannt, am Nacken zu oberst Vertiefung, im Rachen Atlas vorspringend; Patient schluckt nur Flüssigkeiten	$^1/_2$ Jahr	Derselbe Zustand Röntgenbefund: Luxation des Atlas nach vorne mit Senkung, Epistr.-Zahn abgebrochen, nach vorne gerückt; auch ein Bogen gebrochen	„Bruch des Epistropheus, Luxation des Atlas nach vorne"
Bettruhe, keine Repositionen	Kopf steif	5 Monate	Der Kopf wird steif gehalten, nur geringe Bewegungen gemacht, beim Bücken wird er mit den Händen festgehalten Röntgenbefund: Luxation des Atlas nach vorne, Epistr.-Zahn abgebrochen	„Bruch des Epistropheus, Luxation des Atlas nach vorne"



Gruppe VIII.

Nach dem Unfall keine Lähmungen, auch weiterhin guter Verlauf (manchmal zur Korrektur der ... tungsdauer (solide Heilung) —

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Zustand gleich nachher		Zustand später	
				Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule	Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule
38	Putti 1912 Fall II	$7^1/_2$ jähr. Mädchen	Wurde von fallender Schwester in Hockstellung auf dem Kopf getroffen	Keine Lähmung	Schmerzen; stützte sofort den Kopf mit den Händen	2 Monate später: derselbe Zustand, auch Stimme und Schlucken normal	Hält noch immer den Kopf mit den Händen, kann den Kopf etwas rotieren; Nacken schmerzhaft. Röntgenbefund: Fraktur des Epistr.-Zahnes, Luxation des Atlas nach vorne
39	Malkwitz 1912 Fall III	Mann	Sturz auf der Treppe im Dunkeln	Keine Lähmung	Schmerzen im Nacken	—	—
40	Wörner 1898	5 jähr. Knabe	Wurde nach hinten zu Boden geworfen	Konnte aufstehen und nach Hause gehen	Nackenschmerzen	Blieb 1 Woche zu Bett mit Fieber, keine Sensibilitäts- oder Motilitätsstörungen	Schmerzen im Halse, Kopf steif, nach hinten gebeugt, Vertiefung unter dem Okziput, im Rachen Prominenz
41	v. Assen 1908	55 jähr. Mann	Sturz von Leiter	Kurze Zeit bewußtlos, Kopfwunde, keine Lähmungen	Schmerzen im Nacken und Hinterkopf, Steifigkeit, 2 Wochen zu Bett	—	—
42	Fritzsche 1913 Fall I	47 jähr. Mann	Sturz vom Dach, 3 Meter	Nicht bewußtlos, konnte aufstehen	Schmerzen im Nacken, Kopf leicht vorwärts gebeugt, steif, mußte nicht gehalten werden, Schmerzen beim Schlucken	—	Drehbewegungen unmöglich, Nickbewegungen möglich, bei pass. Bewegungen Krepitation hörbar
43	Küster 1884	18 jähr. Mädchen	Wurde mißhandelt, bei den Haaren ergriffen und mit dem Hinterkopf gegen einen Balken gestoßen	Konnte tagsüber noch gehen	Abends Schmerzen im Hals	Fiel am nächsten Tag beim Versuch aufzustehen aus dem Bett, Schwäche der Glieder, Sprachstörung, Krämpfe, bes. bei Bewegung oder Druck auf Nacken; Bettruhe durch 7 Monate bei ziemlich gleichem Zustande	Nach Sturz aus Bett Kopf haltlos, durch 7 Monate gleicher Zustand, Prominenz des II. Halsdorns am Nacken und des Atlas im Rachen

Kopfstellung Reposition, zuweilen durch neuerlichen Sturz vorübergehende Lähmungen); lange Beobachrein klinische Fälle.

Behandlung	Verlauf	Letzte Untersuchung		Klinische Diagnose
		Zeitpunkt	Zustand	
Keine	—	8 Monate („und auch später")	Kann ohne Kopfstützung gehen. Kann den Kopf etwas rotieren und beugen. Röntgenbefund: Kallusmasse vorne vom Atlas bis zum III. W. reichend	„Luxation des Atlas nach vorne, Fraktur des Epist. - Zahnfortsatzes"
Keine	—	1 Jahr	Kopf etwas nach vorne gebeugt, im Nacken Epistr.-Dorn vorspringend, Bewegungen des Kopfes auf die Hälfte eingeschränkt. Röntgenbefund: Luxation des Atlas nach vorne, Epistr.-Zahn abgebrochen, Winkelstellung zum Normalen 25°	„Luxation des Atlas, Fraktur des Zahnfortsatzes des Epistropheus"
Nach 1 Woche Reposition und Glissonsche Schlinge	Dadurch Kopf wieder frei beweglich, aber nach 6 Wochen Lähmung der rechten Körperhälfte, Sprachstörung, Neuritis optica, dann allmählich wieder Besserung	13 Monate	Kopf frei beweglich, Schwäche der rechten Extremitäten	„Luxation des Atlas nach vorne, vielleicht mit Fraktur des Processus odontoideus epistrophei".
—	—	13 Monate	Kopf nach vorne geneigt und nach rechts verschoben, steif, besonders Hebung und Drehung nicht möglich (Schmerzen), Rachen normal. Röntgenbefund: Rechte Seitenmasse des Atlas abgebrochen, Atlas rechts höher stehend als links, auch Ep.-Zahn abgebrochen, „über dem Atlas liegend".	„Fraktur des Atlas und Epistr.-Zahnfortsatzes" (Verschiebung des Atlas gering)
Partielle Reposition, keine Stütze	Dadurch wieder Drehbewegungen möglich (nach 3 Wochen Entlassung)	$1^1/_2$ Jahre	Nacken steif, Kopf etwas nach vorne und links gebeugt, im Nacken harte Schwellung, im Rachen Tub. atl. etwas nach links vorne verschoben; Drehung des Kopfes behindert, Krepit., Beugung des Kopfes nach vorne, hinten und seitlich ziemlich gut, nicht mehr schmerzhaft. Röntgenbefund: Epistr.-Zahnfortsatz abgebrochen, mit Atlas etwas nach vorne verschoben	„Fraktur des Epistr.-Zahnfortsatzes, Läsion im linken Atlas. — Epistr.-Gelenk, Luxation des Atlas nach vorne" (Verschiebung gering)
Nach 7 Monaten Extension, dann Stützapparat	Besserung aller Störungen, sowie der Starrheit der vier Extremitäten als auch der Sprachstörung und der Pulsbeschleunigung; Patientin geht bald mit Apparat umher	22 Monate	Kopf wieder fest geworden, kann aktiv bewegt werden, keine Sprachstörungen, keine Spasmen, aber noch leichte Prominenz des Epistropheusdornes am Nacken	„Luxation des Atlas mit Bruch des Processus odontoideus epistrophei"

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Zustand gleich nachher		Zustand später	
				Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule	Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule
44	Malgaigne 1856	60 jähr. Mann	Wurde von Bündel Heu am Hinterkopf getroffen und zu Boden geworfen	Keine Bewußtlosigkeit, Beweglichkeit und Empfindung an den Extremitäten erhalten	Kopf auf die Brust geneigt, unbeweglich	—	—
45	Brill 1911 Fall V	80 jähr. Mann	Sturz auf Treppe	Keine Bewußtlosigkeit, keine Lähmungen	Schmerzen und Steifigkeit im Nacken. Röntgenbef.: vollständige Luxation des Atlas nach hinten mit Fraktur des Zahnfortsatzes des Epistropheus	—	—
46	Brill 1911 Fall III	57 jähr. Mann	Sturz aus Wagen	Keine Lähmungen	Schmerzen und Steifigkeit im Nacken	—	Nacken druckschmerzhaft, aktive und passive Bewegungen in geringem Ausmaß möglich
47	Bayard 1870	6 jähr. Mädchen	Sturz aus 5 Fuß Höhe, Fall auf Kopf und Nacken	Anscheinend keine Lähmungen	Unbeweglichkeit des Kopfes	—	Unbeweglichkeit des Kopfes durch $2^1/_2$ Jahre
48	Brill 1911 Fall IV	Mann	Sturz vom Wagen	Nicht bewußtlos, konnte nicht aufstehen, 2 Wochen zu Bett	Schmerzen und Steifigkeit im Nacken	3 Monate später: Schluckstörungen, keine Lähmungen	Kopf steif, etwas nach vorne links gedreht, Epistr.-Dorn im Nacken vorspringend. Röntgenbefund: Luxation des Atlas und Kopfes nach vorne, Abbruch des Zahnfortsatzes des Epistropheus
49	Kienböck 1911 u. 1919	35 jähr. Mann	Sturz von Höhe	Kopfwunde, 24^h bewußtlos, konnte dann gehen, keine Lähmungen, aber psychische Störung; lag 3 Wochen zu Bett	Schmerzen im Hinterkopf, Steifigkeit des Nackens, mußte den Kopf mit den Händen stützen; Kopf gebeugt, etwas nach links gedreht	Nach $1^1/_2$ Monaten: Pat. geht herum, leichte Schluckstörungen	Nacken steif, der Kopf wird hoch getragen, etwas gebeugt, volle Hebung und Drehung unmöglich. Röntgenbefund: Atlas nach vorne luxiert und nach vorne geneigt, Epistr.-Zahn abgebrochen und mit dem Atlas verschoben
50	Quetsch 1914 „Fall 57“	51 jähr. Mann	Sturz aus Wagen nach hinten, Fall auf den Kopf	Bewußtlos keine Lähmungen	Nacken rechts verdickt, Bewegungen des Kopfes sehr schmerzhaft	—	—



Behandlung	Verlauf	Letzte Untersuchung		Klinische Diagnose
		Zeitpunkt	Zustand	
Bald Reposition, Ruhelage	Bald geheilt und wieder arbeitsfähig	2 Jahre	Unfähigkeit den Kopf zu drehen, sonst keinerlei Spur von Verletzung	„Luxation des Atlas über dem Epistropheus nach vorne“
Kopfstütze durch 3 Monate	—	2 Jahre	Steifigkeit des Nackens	„Luxation des Atlas nach hinten und Fraktur des Zahnfortsatzes des Epistropheus“
—	—	2½ Jahre	Röntgenbefund: Atlas total nach vorne luxiert, Zahnfortsatz des Epistr. abgebrochen	„Luxation des Atlas und Kopfes nach vorne, Fraktur des Zahnfortsatzes des Epistropheus“
—	Nach 2½ Jahren Bildung von Abszeß im Pharynx, dann „Abgang des Prozesses odont. epistrophei aus dem Munde“	ca. 3 Jahre	Keine Steifigkeit des Nackens mehr, vollständige Heilung	„Fraktur des Zahnfortsatzes des Epistropheus“
Keine	Nach ¾ Jahren Röntgenbefund: Atlas in Luxationsstellung wie früher, Zahnfortsatz am Körper des Epistr. angeheilt	4 Jahre	Bewegungen des Kopfes behindert, keine Schmerzen	„Luxation des Atlas und Kopfes nach vorne, Fraktur des Zahnfortsatzes des Epistropheus“
Keine	Nach 3½ Monaten Kopfhaltung weniger unsicher, Bewegungen besser. Röntgenbefund: vorne an der Wirbelsäule zwischen Atlas und dem Körper des Epistropheus kallusartige Knochenbrüche	4½ Jahre	Vollständig arbeitsfähig	„Luxation des Kopfes im unteren Kopfgelenk nach vorne, Epistropheuszahn abgebrochen“
Keine	—	5 Jahre	Kopf streng nach vorne gerichtet und hoch gehalten, etwas nach rechts verschoben; am Nacken Grube, darunter Prominenz, Bewegungen eingeschränkt, nur Rechtsdrehung etwas freier. Röntgenbefund: Atlas nach vorne verschoben, auch etwas nach rechts, dabei wenig geneigt, Zahnfortsatz abgebrochen, nicht angeheilt, Pseudarthrose	„Fraktur des Epistropheus-Zahnfortsatzes, Luxation des Atlas nach rechts vorne“

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Zustand gleich nachher		Zustand später	
				Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule	Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule
51	Brill 1911 Fall II	51jähr. Mann	Sturz von Heuwagen	Nicht bewußtlos, Hebung der Arme eingeschränkt	Schmerzen und Steifigkeit des Nackens, Diagnose eines Arztes: „Luxation oder Fraktur der ersten W.“	—	Bewegungen des Kopfes, besonders Rotation behindert

Gruppe IX.

Nach dem Unfall keine Lähmungen, auch weiterhin guter Verlauf, lange

Nr.	Autor	Patient	Unfall	Erscheinungen gleich nachher	
				Allgemeiner Zustand	Wirbelsäule
52	v. Thaden 1874	51jähr. Mann	Sturz auf Treppe	Bewußtlos, ging nach 2 Tagen zu Fuß ins Spital	Kopf wird steif gehalten, nach rechts geneigt, nach links gedreht; unter Okziput druckempfindliche Einziehung, dann Prominenz, Drehung des Kopfes aufgehoben

Gruppe X.

Rein anatomische Befunde, zufällige Sektionsbefunde, Tod erst viele Jahre nach dem Unfall an einer Krankheit (Bericht über die Art der Verletzung und über den Verlauf fehlend).

Nr.	Autor	
53	Rokitansky 1856	Fraktur der Dens epistr., ohne Verheilung der Bruchenden, „die Verletzung wurde offenbar lange getragen“.
54	Bevan 1863	Zufälliger Befund bei 40jähriger Frau, an Dysentherie gestorben. Fraktur der Dens epistr., ohne Verheilung der Bruchenden, dagegen mit knöcherner Anwachsung an das Okziput und Luxation des Atlas nach vorne, „sehr alte Verletzung“.
55	Friedlowsky 1868	Dens epistr. wahrscheinlich in früherer Lebensperiode durch schweres Trauma (nicht durch Karies) abgebrochen, disloziert, wieder angeheilt und stark geschrumpft; im übrigen gesundes Aussehen der Wirbel.
56	Morestin 1896	Befund bei altem Manne. Atlas über dem Epistropheus nach rechts vorne luxiert. Dens epistr. — mit Zeichen von alter Fraktur — schief anangeheilt, oberste 4 Zervikalwirbel miteinander verwachsen. Halswirbelsäule nach rechts konkav, Wirbelkanal sehr verengt, die Arteria vertebralis abnorm verlaufend, verlagert, auch die ersten Halsnerven betroffen.
57	Wagner & Stolper und Ponfick 1898	Dens epistr. — nach alter Fraktur — mit nach hinten gerichteter Spitze wieder angewachsen, Atlas nach vorne verschoben (rechts und links gleich weit). Wirbelkanal auf $^1/_2$ reduziert; beide Artikulationes atl.-epist. fest ankylotisch verwachsen.

Behandlung	Verlauf	Letzte Untersuchung		Klinische Diagnose
		Zeitpunkt	Zustand	
Keine	—	13 Jahre	Kopf etwas nach vorne rechts gesenkt, Bewegung, besonders Rotation eingeschränkt, V. Dorn am Nacken vorspringend. Röntgenbefund: Luxation des Atlas nach hinten, Fraktur des Zahnfortsatzes des Epistropheus, starke Lordose der Halswirbelsäule	„Luxation des Atlas nach hinten, Fraktur des Zahnfortsatzes des Epistropheus"

Überlebensdauer (solide Heilung), Tod an interkurrenter Krankheit, Sektion.

Klin. Diagnose	Behandlung	Verlauf	Exitus (Zeit nach dem Unfall, Ursache)	Sektionsbefund	
				Wirbelsäule	Rückenmark
Verrenkungsbruch der **obersten** Halswirbel	Gipsverband	Nach 10 Wochen geheilt, nur Rotation des Kopfes etwas beschränkt, Krepitation	$5^1/_2$ Jahre, Pneumonie	Geheilter Schrägbruch des Körpers und der linken Bogenhälfte des Epistropheus, lokale Arthritis deformans	—

Literatur.

A. Ausführliche Arbeiten über Wirbelverletzungen.

E. Blasius, Traumatische Wirbelverrenkungen. Vierteljahresschrift f. prakt. Heilkunde. Prag, 26. Jahrgang, 1869, 102.—104. Bd.

J. & A. Boeckel, Fractures du rachis cervical sans symptômes médullaires. Paris 1911 (Alcan).

E. Gurlt, Lehre von den Knochenbrüchen. II. Teil, 1. Lief., 1864, p. 34.

Th. Kocher, Verletzungen der Wirbelsäule. Mitteilungen a. d. Grenzgeb. der Med. und Chir. Bd. I, 1896, p. 415.

F. F. Malgaigne, Knochenbrüche und Verrenkungen. II. Bd. (Übersetzt von Burger 1856.)

F. Orsós, Prädilektionsstellen der Verletzungen der Halswirbelsäule. Archiv f. klin. Chir. Bd. 97, 1912, p. 855.

F. O. Quetsch, Verletzungen der Wirbelsäule nach Unfall. Berlin 1914. (Hirschwald.)

E. Sonnenburg, Halswirbelbrüche. Zeitschrift für Chirurgie Bd. 34, 1892, p. 395.

Wagner & Stolper, Verletzungen der Wirbelsäule und des Rückenmarks. Deutsche Chirurgie Bd. 40, 1898, p. 279.

B. Klinische und pathologisch-anatomische Kasuistik der Verletzungen der zwei obersten Halswirbel.

J. van Assen, Verletzung der obersten Halswirbelsäule. Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. 21, 1908, p. 117.

Barbieri, Frattura della prima vertebra cervicale; frattura del processo odontoideo. Gazetta medic. di Milano 1846. (Mir nicht zugänglich.)

W. Bayard, Fracture of the odontoid process of the axis. Boston med. a. surg. Journal. V. 1870. (Zit. bei Wagner & Stolper.)

Ch. Bell (Luxation des Atlas ohne Bruch der Dens. Epistr.). Gazette médic. 1840, p. 653. (Zit. bei Malgaigne.)

F. Berndt, Verletzung der obersten Halswirbel. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie Bd. 35, 1893, p. 554.

F. X. Bernhuber, Bruch des Zahnfortsatzes des 2. Halswirbels, Heilung. Deutsche Klinik IV. Berlin 1852, p. 589.



R. Bernstein, Wirbel- und Rückenmarksverletzungen. D. Zeitschrift f. Chirurgie Bd. 70, 1903, p. 175.

F. Betz, Fraktur der obersten Halswirbel. Memorabilien Bd. 30, 1885, p. 1.

Ph. Bevan, Fracture ancienne de l'apophyse odontoide, luxation partielle de l'atlas en avant. Union médicale, Paris, vol. 18, 1863; Archives générales de Médecine 1863, II, p. 100. (Zit. Dublin medical Press 1863, Nr. 49; ref. bei Wagner & Stolper.)

Billot, Fracture de l'atlas. Bull. et Mém. de la Société de Chirurgie, Paris, 10. I. 1900. (Mir nicht zugänglich.)

F. W. Brill, Verletzungen der obersten Halswirbel. D. Zeitschrift f. Chirurgie Bd. 111, 1911, p. 510.

Broca, Luxation de l'atlas sur l'axis, fracture de l'apophyse odontoide. Bull. de la Société de Chirurgie de Paris 1863. (Zit. bei Wagner & Stolper.)

Bouvier, Fracture de l'axis. Bull. de l'Académie de Médecine de Paris, Vol. 9, 1843—44. (Zit. bei Gurlt u. Wagner & Stolper.)

N. L. Burrell, Fracture of spine. Annals of Surgery 1905, October.

Carson, Fracture of first cervical vertebra. Annals of surgery 1911. November.

Carter, Dislocation of the first cervical vertebra, recovery. Medical Record, N. Y. vol. 28, 1885. (Mir nicht zugänglich.)

Chelius (Bruch der obersten Halswirbel). System of surgery 1838. (Translated by South, Vol. I, p. 534. (Zitiert bei Gurlt.)

Costes, Fracture de l'apophyse odontoide et luxation de l'atlas sur l'axis. Journal méd. de Bordeaux Vol. 10, 1852, Août. (Zit. bei Malgaigne.)

M. Christovitch, Subluxation de l'atlas sur l'axis; mort après 16 jours par paralysie bulbaire. Bull. générales de Thérapeutique, Paris 1890. (Mir nicht zugänglich.)

Ehrlich (Fall von Luxation des Atlas). Journal complémentaire T. 36, p. 56. (Zit. bei Malgaigne.)

R. Elliot & E. Sachs, Fracture of the odontoid process of the axis, intermitting pressure paralysis. Annals of surgery, Dec. 1912.

A. Friedlowsky, Bruch des Processus odontoideus, anomale Artikulation mit dem Atlas. Wiener mediz. Jahrbücher 1868. Bd. 15, p. 233.

E. Fritzsche, Frakturen des Zahnfortsatzes des Epistropheus. D. Zeitschr. f. Chirurgie Bd. 120, 1913, p. 7 und 183.

W. Gibson, Dislocation of the atlas with fracture of the odontoid process. Lancet 5. IX. 1885, p. 429.

E. Hamilton, Fracture of atlas. Pathol. Society of Dublin. Dublin med. Journal 1880. (Zit. bei Wagner & Stolper.)

Hesse, Luxation des Atlas. Beiträge z. klin. Chirurgie Bd. 13, 1895, p. 93.

Hildebrand, Bruch des 2. Halswirbels ohne Rückenmarksverletzung. (Demonstration. Ärztl. Verein Marburg 17. XI. 10.) Archiv f. phys. Med. und med. Technik Bd. 6, 1911, p. 45.

Horn (Luxation des Atlas). Kleinerts Repertorium der med. chir. Journalist. 1840, Heft 7, p. 139. (Ref. bei Blasius.)

J. M. Huber, Bruch des Processus odontoideus des 2. Halswirbels mit Luxation desselben vom Atlas. Österr. mediz. Wochenschrift, Wien 1846, p. 1342.

E. R. Hun (Luxation des Atlas n. d. Seite mit Fraktur des Proc. odont. epistr.). (Zit. nach Wagner & Stolper.)

J. Hutchinson (Fracture of odontoid process.). London Hospital Reports 1868, p. 210. (Zit. bei Sonnenburg.)

R. Kienböck, Unvollständige Luxation des Atlas mit Abbruch der Dens epistrophei. (k. k. Gesellschaft der Ärzte, Wien, 20. I. 1911.) Wiener klinische Wochenschrift 1911, Nr. 4, p. 145.

E. Küster, Bruch des Zahnfortsatzes des Epistropheus. Archiv f. klin. Chirurgie Bd. 31, 1884, p. 218.

Lambotte, Fracture du processus odontoideus epistrophei. Bullet. de l'Académie de Médecine d'Anvers 1894. (Mir nicht zugänglich.)

E. Leyden, Klinik der Rückenmarkskrankheiten. Berlin 1874. Bd. I. p. 329.

Lloyd, Fracture of the spines of the cervical vertebrae; partial dislocation of the axis on the atlas. London med. Gazette 1850. (Zit. bei Wagner & Stolper.)

B. Malkwitz, Totalluxationen der Halswirbelsäule ohne Rückenmarksläsion. Archiv f. Orthopädie Bd. 11, 1912, p. 289.

J. Marshall, Fracture of the atlas, paralysis, death. Lancet 1875, I, p. 756.

Melchiori, Lesioni traumatici della colonna vertebrale. Gaz. med. stati sardi 1850, Nr. 9—10. (Zit. bei Malgaigne.)

L. J. Melicher, Commotio medullae spinalis cum fractura atlantis et processus odontoidei epistrophei. Österr. mediz. Wochenschrift, Wien 1848, p. 934.

Mixter & Osgood, Treatment of fractures of cervical vertebrae. Annals of surgery 1910, Febr.

H. Morestin, Luxation ancienne de l'atlas sur l'axis. Bull. de la Société anatom. de Paris 1896, Vol. 71, p. 99.

Nélaton, Fracture du rachis. Bull. et Mém. de la Société de Chir. de Paris T. 32, 1906, p. 329.

J. B. Palletta, Exercitationes pathologicae Mediolani 1820, 4, p. 233. (Zit. bei Malgaigne und Gurlt.)

W. Parker, Fracture of the processus dentalis. N. Y. Journal of Medecine Vol. X, 1853, March. p. 164. (Zit. bei Gurlt.)

Peabody, Subluxation of the atlas. Boston, med. a surg. Journal vol. 95, 1876, I, p. 79.

K. Pichler, Halswirbelfraktur. (Demonstration. Verein der Ärzte Kärntens.) Österr. Vereinszeitung Bd. 32, 22. XI. 1908.

B. Philipps, Fracture of the first cervical vertebra. Medico-chirurgical Transactions Vol. 20, 1836, p. 79. (Zit. in London medical Gazette, March 1836, ferner in Frorieps Notizzen 1837, Nr. 18, auch bei Malgaigne, Gurlt etc.)

B. Preiß, Verrenkung des 2. Halswirbels. Med. chir. Zeitung, Salzburg, Bd. III, 1792, p. 297.

V. Putti, Traumatologie der Halswirbelsäule. Zeitschrift f. Chirurgie Bd. 115, 1912, p. 555.

Richet, Luxations traumatiques du rachis. Thèse. (Paris?) 1851.

C. Rokitansky, Lehrbuch d. path. Anatomie. Wien 1857, 2. Bd., p. 173.

M. Romm, Atlasluxation mit Abbruch des Zahnfortsatzes des Epistropheus. Beiträge z. klin. Chirurgie Bd. 47, 1905, p. 626.

A. Schüller, Schädelbasis im Röntgenbild. 1905. (Gräfe & Sillem, Hamburg.) (Fall 34.)

M. Sgalitzer, Luxation mit Fraktur der oberen Halswirbelsäule. (k. k. Gesellschaft der Ärzte, Wien 9. II. 1917.) Wien. klin. Wochenschrift 1917, Nr. 8, p. 249. (Luxation des Epistropheus mit Bogenfraktur ohne Rückenmarksverletzung.)

W. Sinkler, Fracture of the odontoid process, recovery. Philadelphia medical Times Vol. V, 1875. (Mir nicht zugänglich.)

E. Sonnenburg, Wirbelfraktur ohne Lähmungen. Berlin. med. Gesellschaft 28. I. 1889.

E. Sonnenburg, Halswirbelbrüche. Berl. klin. Wochenschrift 1912, p. 339.

Spangenberg, Halswirbelverletzung. Med. Zeitung, Verein f. Heilkunde, Prag, 1843, p. 29. (Zit. bei Gurlt.)

A. F. Speyer, Fractura vertebrarum colli. Deutsche Klinik, Berlin 1851, p. 175.

A. v. Thaden, Wirbelverletzungen. Altonaer Krankenhaus-Bericht. 1871—74; Archiv f. klin. Chirurgie Bd. 18, 1875, p. 425.

Uhde, Wirbelverletzungen. Deutsche Klinik 1856, p. 191.

Uhde, Hagemann und Boettger, Luxatio atlantis violenta. Archiv f. klin. Chirurgie Bd. 22, 1878, p. 217.

E. Ullmann, Abbruch des Epistropheuszahnes, Luxation des Atlas nach vorne. (Gesellschaft der Ärzte, Wien 29. XII. 1916.) Wien. klin. Wochenschrift 1917, p. 56.

S. O. Vanderpoel, Fracture of the odontoid process. Archives of clin. surgery. N. Y., 1877, vol. 2. (Zit. bei Wagner & Stolper.)

W. Wagner, Halswirbelluxation. Archiv f. klin. Chirurgie Bd. 31, 1885, p. 192.

G. Weinländer, Fraktur der Dens epistrophei. Wien. klin. Wochenschrift 1910, p. 1799.

A. Wittek, Oberste Wirbelverletzung. Archiv f. Orthopädie etc. Bd. 4, 1906, p. 339.

K. Wittkop, Luxation des Atlas. In.-Diss. Leipzig 1910.

Wörner, Wirbelverletzungen. Fortschr. der Röntgenstrahlen Bd. II, 1898—99, p. 83.

C. Anhang. Radiologische Kasuistik anderer Wirbelverletzungen.

Ayer, Recovery from broken neck. Journal of the amer. med. Association 8. VI. 1907. (Luxation des Epistropheus, Einrenkung, Heilung.)

Bardenheuer & Graessner, Röntgenstrahlen u. Frakturenbehandlung. Zentralbl. f. Röntgenstrahlen, Radium etc. Bd. I, 1910, p. 3.

Croce, Wirbelfrakturen. (Freie Chirurgen-Vereinigung 12. XII. 1904.) Deutsche med. Wochenschrift 1905, Nr. 11. (Fall 1: Schrägbruch des 4. Zervikalwirbels, Fall 2: Lendenwirbelfraktur.)

C. Decker, Luxationen der Lendenwirbelsäule. Fortschritte der Röntgenstrahlen Bd. 21, 1913, p. 39.

F. Demmer, 2 Fälle von Halswirbelluxation und -Fraktur. Wien. klin. Wochenschrift 1916, p. 833. (Verletzung des 3. bzw. 4. Halswirbels.)

Dufour, Luxation de la 5e vertèbre cervicale avec fracture de l'apophyse épineuse. Marseille médicale 1902, 15. II. (Ref. Fortschritte Röntgenstrahlen Bd. 5.)

P. Ewald, Wirbelbrüche, Diagnose und Beurteilung. Mediz. Klinik 1914. p. 886.

Graessner, Verletzungen der Wirbelsäule. (Röntgenuntersuchung.) Mediz. Klinik 1912, p. 1699.

Th. Gümbel, Wirbelbrüche. D. Zeitschrift für Chirurgie Bd. 95, 1908, p. 449. (Fall 7: Bruch eines Bogens und Querfortsatzes des Epistropheus.)

A. Hoffa & L. Rauenbusch. Atlas d. orthop. Chirurgie in Röntgenbildern, 1906. (Enke, Stuttgart.)

G. Holzknecht, Diagnose der Wirbelfrakturen, Ges. D. Naturforscher und Ärzte, Breslau 1904. Medizin. Abt., p. 161.

R. Kienböck, Gesunde und kranke Wirbelsäule (Röntgenuntersuchung). Wien. klin. Wochenschrift 1901, Nr. 17.

S. Kreiss, Wirbelluxationen, Experimentelles. D. Zeitschrift f. Chirurgie Bd. 57, 1900, p. 523. (Fall 3: Luxation des Epistropheus.)

Kaisin-Loslever, Traumatismes de la colonne vertébrale. Journal de Radiologie (belge) Vol. IV, 15. VII. 1910. (Ref. Z. B. f. Röntgenstr., Radium etc., Bd. 2, p. 29.) (Dorsalwirbel.)

v. Leyden & Grunmach. Rückenmarkskrankheiten, Röntgenphotographie. (Berl. Gesellschaft f. Psychiatrie und Nervenkrankheiten 8. XII. 1902.) Fortschritte der Röntgenstrahlen Bd. 6, p. 206. (Verletzung des 3. und 4. Zervikalwirbels.)

P. Lohfeldt, Korpusfraktur des 4. Halswirbels. Fortschritte der Röntgenstrahlen Bd. 18, 1911, p. 60.

Ludloff, Halswirbelbrüche. (Schles. Gesellschaft für vaterländische Kultur 21. VII. 1905.) Monatsschrift f. Unfallheilkunde 1905, p. 354. (Fraktur des 5. Halswirbels.)

Nonne, Diskussion zu Sudeck. (Ärztl. Verein Hamburg. 18. II. 1902.) Neurolog. Zentralblatt Bd. 102, Nr. 8. (Verletzung des 9. und 10. Dorsalwirbels.)

K. Ossig, Röntgenbild der normalen Halswirbelsäule. Monatsschrift f. Unfallheilkunde und Invalidenwesen Bd. 14, 1907, p. 65.

Pietrzikowsky, 2 Fälle von Wirbelverletzung. (Verein Deutscher Ärzte, Prag 28. IV. 1899.) Fortschritte der Röntgenstrahlen Bd. 3, p. 121. (Fall 1: Verletzung des 6. und 7. Zervikalwirbels; Fall 2: Fraktur des 3. Zervikalwirbels.)

E. Ringrose, Fracture-dislocation of the cervical vertebrae. Lancet 15. X. 1904. (5. und 6. Zervikalwirbel.)

Rumpf, Röntgenphotographien. (Ärztl. Verein Hamburg. 29. VI. 1897.) Deutsche med. Wochenschrift 1897. V. B., Nr. 27 und 33. (Dislokation des 4. Zervikalwirbels.)

v. Rutkowski, Neurologie und Röntgenverfahren. Charité Annalen 1904. (Lendenwirbel.)

Schmid, Verletzung der Lendenwirbelsäule. Fortschritte der Röntgenstrahlen Bd. 18, 1912, p. 245.

M. Simon, Wirbelverletzungen, Röntgendiagnose. Fortschritte der Röntgenstrahlen Bd. 14, 1909, p. 353.

F. Steinmann, Totalluxationen der unteren Halswirbelsäule. Archiv f. klin. Chirurgie Bd. 78, 1906, p. 947.

P. Sudeck, Wirbelerkrankungen, Röntgenuntersuchung. Archiv f. Orthop. etc. Bd. I, 1903, p. 166.

P. Sudeck, Beugungsluxation des 5. Halswirbels. Fortschritte der Röntgenstrahlen Bd. 20, 1913, p. 34.

Van der Vloet, Frakture de l'axis. Journal de Radiologie (belge) vol. III, 1909, Nr. 2. (Ref. in Zeitschrift f. Röntgenstrahlen etc., Bd. 12, p. 38.)

B. Wiesner, Frakturen der Lendenwirbelsäule, radiologischer Nachweis. Phys. med. Monatshefte 1904, Heft 3.

Ein neues Entwicklungsverfahren für halbe und viertel Exposition der Röntgenplatten.

Von

Dr. **Karl Kleinschmidt,** Röntgeninstitut Linz O.-Ö.

Während auf allen Gebieten des Röntgenverfahrens schon Neuerungen und Verbesserungen eingeführt wurden, ist die photographische Technik, soweit es die Plattenentwicklung anbelangt, noch auf ihrem ursprünglichen Stande verblieben, obwohl gerade auch diese, wie mannigfache vergebliche Versuche bezeugen, dringend einer Verbesserung bedurfte. Um ein gutes, kontrastreiches und dabei doch bis in die feinsten Details scharf gezeichnetes Bild zu erhalten, bedurfte es einer verhältnismäßig langen Exposition, welche wieder die Gefahr in sich barg, durch Sekundärstrahlung schon einen Schleier zu erzeugen, während anderenteils bei kürzer exponierten Platten ein mechanischer Schleier durch das lange Quälen der Platten im Entwickler entstand, abgesehen vom Lichtschleier, da ja die wenigsten Dunkelkammerlampen verläßlich „aktinisch“ sind. Die bisher gebräuchlichen Rapidentwickler, mit welchen man Versuche anstellte, kürzer exponierte Platten in voller Kraft entwickeln zu können, haben von Haus aus die unangenehme Eigenschaft, überhaupt zu schleiern. Wollte man nun die Exposition herabsetzen, so war dies nur möglich auf Kosten der Röntgenröhre durch Steigerung der Intensität des Lichtes durch Anwendung der Verstärkungsschirme, deren Nachteile, wie weniger klare Strukturenzeichnung, abgesehen von der Kostspieligkeit und kurzen Lebensdauer derselben, man aber in Kauf nehmen mußte, oder durch Verwendung neuer verbesserter Intensivapparate, die natürlich die Regiekosten bedeutend erhöhen. Von dem Gedanken ausgehend, daß die bisher stiefmütterlich behandelte Entwicklung von sicher ebenso grosser Wichtigkeit

für das Gelingen einer guten Röntgenphotographie sei als die Aufnahmetechnik selbst — wie viele unter einwandfreien Bedingungen hergestellte Röntgenaufnahmen kommen uns aus der Dunkelkammer als unbrauchbar zurück, sei es der Unzulänglichkeit des Entwicklungsverfahrens wegen, sei es wegen der geringen Achtsamkeit des Laboranten daselbst —, habe ich mich an den hiesigen Photograph Herrn Karl Pflanz gewendet, zu versuchen, einen gänzlich neuen Spezialentwickler für Röntgenplatten aufzubauen, der die obgenannten Übelstände ausschließen soll. Versuche des Herrn Pflanz, die Belichtungszeit der Röntgenplatten durch Änderung der Entwicklungstheorie bewußt herabsetzen zu können, bedingt durch bisher unbekannte Zusätze zum Entwickler, haben das von mir angestrebte Resultat einwandfrei ergeben.

Nach einer langen Reihe von Versuchen ist es nun endlich gelungen, einen Entwickler herzustellen, der es gestattet, auf die halbe Exposition unter sonstigen gleichen Voraussetzungen herunterzugehen und dabei ein der ganzen Exposition vollständig gleichwertiges Bild zu erhalten. Durch Zusatz eines tropfenweise zuzusetzenden Beschleunigers können Unterexpositionen, wie sie sich unwillkürlich ergeben können, während der Entwicklung vollständig ausgeglichen werden, durch anfänglichen Zusatz von 200 cm^3 Beschleuniger auf 1000 cm^3 Entwickler kann man überhaupt auf ein Viertel der ursprünglichen Normalexposition heruntergehen und erhält noch immer klare strukturreiche Bilder, die gegenüber den früheren voll exponierten in keiner Weise zurückstehen. Auf diese Weise kann man also den Verstärkungsschirm entweder gänzlich wegfallen lassen und erzielt dabei die Ersparnis des so teuren und so leicht zugrunde gerichteten Verstärkungsschirmes und erhält überdies klare Aufnahmen, ohne die das Strukturbild so störende Körnung, oder man kann selbst mit einer veralteten Apparattype, die bisher eine sehr lange Expositionszeit erforderte, mit Beibehaltung des Verstärkungsschirmes derart kurzzeitige Aufnahmen machen, daß diese den Momentaufnahmen der modernsten Apparate fast gleichkommen. Aus der Herabsetzung der Exposition auf die Hälfte resp. sogar ein Viertel der früheren Expositionszeit, bei gleicher Röhrenbelastung ergibt sich wohl von selbst der Vorteil der Röhrenersparnis wie der Schonung der Haut des Patienten bei der Notwendigkeit, mehrere Aufnahmen derselben Region vornehmen zu müssen. Außerdem dürfte bei den heutigen hohen Plattenpreisen und der schwierigen Beschaffung derselben der Umstand auch noch zu berücksichtigen sein, daß unwillkürlich unterexponierte Platten, die früher als verdorben anzusehen waren, durch den Zusatz des Beschleunigers zu retten sind und einwandfreie, brauchbare Bilder ergeben. Die Entwicklung mit unserem neuen Röntgenentwickler „Halbe Zeit" gestaltet sich um so einfacher, als derselbe nicht so temperaturempfindlich ist als die bisherigen — Entwicklungsversuche ergaben dasselbe Resultat bei Entwicklertemperaturen von 10—18° C. — und außerdem kommt ihm auch eine geringere Natronempfindlichkeit zugute, so daß er durch eine unabsichtliche Berührung mit Fixierbad beschmutzten Fingern nicht verdorben wird. Für den Gebrauch in der Dunkelkammer empfiehlt sich, in einer Tasse eine Lösung des Entwicklers ohne Zusatz bereitzustellen, während in einer zweiten Tasse der Entwickler mit einem Zusatz von 200 cm^3 Beschleuniger auf 1000 cm^3 Entwickler bereitgehalten wird. Die halbexponierten Platten werden nunmehr in die erste Schale hineingelegt und während der ersten Minuten genau beobachtet; zeigen sich binnen 30—50 Sekunden die höchsten Lichter noch nicht, so ist die Platte unterexponiert und kommt ohne vorheriges Abspülen von der ersten Schale direkt in die zweite Schale, worin sie ohne Schaukeln in zwei bis fünf Minuten fertig durchentwickelt ist und in üblicher Weise hernach dem Fixierprozeß unterzogen wird.

Ein längeres Verweilen im Entwickler ist unnötig, da jede Platte in diesem Zeitraume fertig entwickelt ist und durch zu starke Deckung an Klarheit einbüßen würde. Als dringende Forderung für die großen Betriebe möchte ich betonen, daß der Laborant, dem die Plattenentwicklung obliegt, nicht durch anderweitige Handgriffe, wie Platteneinlegen usw., während des Entwicklungsprozesses gestört wird, sondern daß er tatsächlich in der Lage ist, in aller Ruhe mit Sorgfalt den Entwicklungsprozeß beobachten zu können. Der obenerwähnte Ent-



wickler mit Zusatz wird außerdem verwendet für Platten mit bewußter Unterexposition, so, daß ein Viertel exponierte Platten sofort in die zweite Schale eingelegt werden, ohne die erste Schale zu passieren, die für normal halbexponierte Platten gilt. Bei Beobachtung dieser wenig und einfachen Anforderungen sind wir also imstande, bei gleicher Röhrenbelastung auf die Hälfte resp. ein Viertel der ursprünglichen Exposition herunterzugehen und auf diese Weise die Röhre auf die doppelte resp. vierfache Leistungsfähigkeit gegen früher zu bringen, unseren minder leistungsfähigen Apparat einem modernen Intensivapparat nahezubringen, den teueren Verstärkungsschirm entbehrlich zu machen, den Entwicklungsprozeß auf die Zeit von zwei bis fünf Minuten herunterzusetzen, minder abhängig von der bis jetzt so genau zu beachtenden Temperatur zu gestalten und nicht mehr in Gefahr zu laufen, daß durch die Unachtsamkeit eines Laboranten eine Platte durch Fixiernatron verdorben wird. Zählen wir außer der nicht geringen Plattenersparnis noch die Schonung der Haut des Patienten zur bedeutenden Abkürzung der Zeit, welche bis jetzt verstreichen mußte zwischen der Aufnahme und der Besichtigung der nächsten Platte, in dringenden Fällen, wo es sich darum handelte, möglichst rasch einen Röntgenbefund über einen Fall abzugeben, so erhellen aus Vorangeführtem deutlich die Vorzüge des neuen Röntgenentwicklers und Beschleunigers gegenüber dem bisherigen Verfahren.

Nachtrag:

Verschiedene Schwierigkeiten, die Packung und die Beschaffung einiger Chemikalien betreffend, die durch die Kriegslage bedingt sind, zwangen uns, in unseren Versuchen noch weiterzugehen, um eine möglichst einfache, nicht zu umfangreiche Form zu finden, die den obgenannten Schwierigkeiten ausweicht. So ist es uns nun gelungen, die Eigenschaften des Entwicklers und Beschleunigers „Halbzeit" in eine neue, konzentrierte Form zu bringen, die als Zusatz jedem der gebräuchlichen Entwickler die Eigenschaften des Röntgenentwicklers „Halbzeit" plus Beschleuniger, also der oben beschriebenen Schale 2, verleiht.

Es bedeutet somit die neue Form des Zusatzes „Halbzeit" insoferne eine große Vereinfachung der Entwicklung, als die Entwicklung mit dem bis jetzt gebräuchlichen Entwickler fortgesetzt werden kann, also keine Neueinführung eines unbekannten und ungewohnten Entwicklers, — und auch zur Entwicklung in bisher gewohnter Weise nur eine Schale zu benützen ist, in welcher dem Entwickler pro Liter 100 cm³ Zusatzlösung beigemischt werden. Hier kommen nun die mehr oder weniger unterbelichteten Platten, ohne daß es nötig ist, die Schale immer zu schaukeln, zur Entwicklung, die um so rascher sich vollzieht, je länger die Belichtung war, ohne jedoch bei selbst kürzester Belichtung die gewohnte Entwicklungszeit beträchtlich zu überschreiten. Zu bemerken wäre noch, daß der Zusatz „Halbzeit" auch noch die Eigentümlichkeit aufweist, in gleicher Weise auch Überbelichtungen auszugleichen, so daß nunmehr eine fehlerhafte Exposition nicht mehr wie früher zu einer Wiederholung der Aufnahme und Verlust der unbrauchbaren Platte führt. In der Praxis stellt sich der Zusatz „Halbzeit" als Ersparnis heraus, da die geringen Mehrkosten der Entwicklung pro Platte in keinem Verhältnis stehen zu den bedeutenden Vorteilen, die der Zusatz „Halbzeit" bietet. Auch die Ergiebigkeit und Lebensdauer des Entwicklers wird durch den Zusatz „Halbzeit" nicht im ungünstigen Sinne beeinflußt, sondern eher noch gehoben. Nach vollendeter Entwicklung in eine Flasche zurückgegossen, hält er sich daselbst verschlossen unbegrenzt lange, und liefert so mindestens ebensoviele gute Platten als der Entwickler ohne Zusatz „Halbzeit", nur mit dem Unterschiede, daß wir unserm Entwickler durch das Beimengen des Zusatzes „Halbzeit" alle oben angeführten Vorteile und Ersparnisse sichern.

Aus der medizinischen Univ.-Klinik Marburg (Direktor Professor G. von Bergmann).

Die sogenannte Divertikulitis des Colon und ihre Diagnose durch das Röntgenbild.

Von

Dr. Else Wolff.

(Hierzu Tafel VIII.)

Schon lange ist das Vorhandensein von Divertikeln am Darmkanal bekannt, nämlich das der angeborenen, wahren oder Meckelschen Divertikel am Ileum, die stets Ausbuchtungen aller Schichten der Darmwand sind. Im Gegensatz zu ihnen hat man im späteren Leben erworbene „herniöse Ausstülpungen" der Mucosa oder Submucosa durch die Muskulatur, wie sie 1858 Sidney Jones zuerst an der Flexura sigmoidea beschrieben hat, als falsche Divertikel bezeichnet. Genauere Kenntnisse über Bau, Verlauf und Entstehung derselben erhalten wir jedoch erst 1899 durch eingehende Untersuchungen Grasers „Über das falsche Darmdivertikel". Er fand durch genaue mikroskopische Betrachtung von zahlreichen, makroskopisch intakten Darmstücken, daß am Dickdarm das Auftreten von „falschen Divertikeln" keine Seltenheit ist, und daß die Ausstülpungen stets dem Verlaufe von Gefäßen folgen, die in annähernd regelmäßigen Abständen von $^1/_2$—1 cm in schräger Richtung durch die Darmwand hindurchtreten. Dabei erzeugen sie ziemlich große Lücken, die außer von den Gefäßen noch von lockerem Binde- und Fettgewebe ausgefüllt sind und infolgedessen einen Locus minoris resistentiae darstellen, an dem sich leicht Divertikel entwickeln. Die Mucosa und Submucosa schlüpfen hier durch die Ringmuskulatur hindurch, laufen dann eine Strecke weit zwischen ihr und der Längsmuskulatur, die sie dabei stark ausdehnen, um schließlich am Rande einer Taenie auch sie zu durchbrechen und in das subseröse Gewebe auszutreten. Die so entstandenen Divertikel sind also im Gegensatz zu den angeborenen oder wahren Divertikeln als der Typus der sogenannten falschen Divertikel anzusehen, d. h. ihre Wand besteht nur aus Mucosa und Submucosa und ist von Serosa überzogen.

Zwischen den typischen falschen und den typischen wahren Divertikeln werden nun fließende Übergänge beschrieben, z. B. Ausstülpungen, die eine kleine Strecke weit Muskulatur aufweisen oder auch solche, welche, abgesehen von der äußersten Kuppe, von einer Ring-, stellenweise auch von einer Längsmuskelschicht bekleidet sind. Die Entstehung derartiger Übergangsformen erklärt Graser aus dem Verlauf der Divertikel: Bei ihrem schrägen Durchtritt durch die Bruchpforte drängen sie die Muskelfasern nicht glatt ringförmig auseinander, sondern stülpen sie schlauchartig vor sich her und zwar um so mehr, je länger sie zwischen beiden Muskelschichten verlaufen. Erst nach dem völligen Austreten aus der Längsmuskelschicht ist das Divertikel ganz frei von Muskellamellen, unter Umständen also nur seine Kuppe. Dieser Ansicht Grasers über die Entstehung der Übergangsformen steht jedoch die von Franke gegenüber, der sie als erworbene Ausstülpungen aller Darmschichten auffaßt, bei denen die Muskulatur atrophisch geworden ist, so daß schließlich die Mucosa und Submucosa unter der Serosa frei zutage liegen. Nach allen Angaben in der Literatur der neueren Zeit ist demnach anzunehmen, daß die erworbenen Darmdivertikel sowohl den Bau der Meckelschen als auch den der Graserschen Divertikel aufweisen können. Sie finden sich am zahlreichsten im S-romanum und nehmen nach dem Rektum und nach oben zu an Häufigkeit ab. Das Durchtreten der Schleimhaut durch die Gefäßlücken soll stets durch eine Drucksteigerung im Innern des Darmes hervorgerufen werden. Dazu kommt es nun am leichtesten im S-romanum, da ja dort der Kot am längsten stagniert, und dadurch häufig Gasansammlungen und erhöhte Gasspannung entstehen; jedoch nur bei dem Vorhandensein von abnorm weiten Gefäß-

lücken genügt dieser Gasdruck, um die Divertikel zu erzeugen. Die Entstehung dieses prädisponierenden Momentes erklärt Sudsuki aus dem Reichtum an Fett- und lockerem Bindegewebe, der ja individuell sehr verschieden ist. Er macht für die Weite der Gefäßlücken nur die größere oder geringere Nachgibigkeit dieses Gewebes verantwortlich und hält den Füllungszustand der in ihnen verlaufenden Venen für völlig belanglos. Graser dagegen mißt gerade dem letzteren Moment größere Bedeutung für das Zustandekommen der Divertikel bei und sieht ihre Bildung als „häufige Komplikation“ der venösen Stauung an. Bei hochgradiger Stauung sind die Lücken stark erweitert und strotzend gefüllt, bei freier Zirkulation fallen die Venen zusammen, und die Ausfüllung der Lücken wird unvollkommen, die ganze Stelle schlaffer und nachgibiger, und nun senkt sich die auf der Unterlage verschiebliche Darmschleimhaut in die mangelhaft ausgefüllten Gefäßlücken hinein.

So groß auch die Bedeutung dieses Momentes für die Divertikelbildung sein mag, so ist doch chronische Stuhlverstopfung, durch die ja ein höherer Innendruck im Dickdarm erzeugt wird, ebenso als wichtiger Faktor bei dem Zustandekommen von Divertikeln anzusehen. Auf die eine oder die andere Weise kann es also auch bei Menschen mit gesundem Dickdarm zur Ausbildung von zahlreichen, meist kleinen, etwa erbsengroßen Divertikeln kommen, die aber gelegentlich auch bis zu Taubeneigröße erreichen können, eine Erscheinung, die zunächst keinerlei Symptome macht, und als Divertikulosis bezeichnet wird. Durch diese wird also der betreffende Darmabschnitt unregelmäßig buchtig und daher in ihm die Fortbewegung des Darminhaltes erschwert. Infolgedessen hypertrophiert die Muskulatur und übt einen besonders starken Druck in der Richtung des geringsten Widerstandes, also nach den Gefäßlücken, bzw. den Divertikeln zu aus und preßt so Kotballen in die Divertikel hinein. Die dort abgelagerten, häufig indurierten Fäces rufen nun eine Druckatrophie sowie zirkumskripte mehr oder weniger hochgradige Entzündungserscheinungen der Schleimhaut hervor, die schließlich zu einer hochgradigen Verdünnung und sogar zu einem Durchbruch der Divertikelwand führen. Dadurch entsteht schließlich per continuitatem oder per ulcerationem eine, infolge des die Divertikel umgebenden Fettgewebes, meistens lokalisierte Peritonitis und dann eine schwielige Verdickung der Serosa mit nachfolgender narbiger Schrumpfung und Bildung von derben fibrinösen Pseudomembranen. Der sich dabei in der Darmwand abspielende chronisch proliferierende Prozeß führt allmählich zur Entstehung von großen Tumoren im Abdomen und zu hochgradiger Stenose des Darmlumens.

Diese, zuerst von Graser beschriebenen, entzündlichen Veränderungen an den Divertikeln selbst hat man als Divertikulitis und die in ihrer Umgebung als Peridivertikulitis bezeichnet. Da sich derartige Prozesse besonders häufig am S-romanum abspielen, spricht man hier auch von Sigmoiditis, bzw. von Peri- und Mesosigmoiditis.

Findet die erwähnte Perforation der Divertikelwand nach Nachbarorganen, z. B. der Blase, den weiblichen Genitalien hin statt, so sind es unter Umständen erst die durch die entstandene Fistelbildung bedingten Krankheitserscheinungen, die den Patienten zum Arzt führen. Häufig treten jedoch schon vorher ausgesprochene, sich akut oder chronisch entwickelnde, klinische Symptome auf. In akuten Fällen entsprechen die Krankheitserscheinungen vollkommen dem wohlbekannten, vielgestaltigen Bilde der akuten Appendizitis, die sich aber, wenigstens bei Lokalisation des Prozesses im S-romanum, im Unterbauch links abspielen.

Bei allen derartig verlaufenden Erkrankungen des unteren Dickdarmabschnittes muß man auf die hier sonst gegebene Möglichkeit, die Diagnose der Divertikulitis durch Rektoskopie zu sichern, verzichten; denn bei Einführen des Instruments kann nur zu leicht ein nach obenhin noch durch Verwachsungen geschützter periproktitischer Abszeß zum Platzen gebracht werden, oder die infiltrierte, morsche Dickdarmwand zerreißen und so künstlich eine Perforationsperitonitis mit ihren gefährlichen Folgeerscheinungen gesetzt werden.

Hat sich dagegen die Krankheit chronisch entwickelt, so ist die Anwendung des Rektoskops ungefährlich, und dann kann unter Umständen die Diagnose auf Divertikelerkrankung

mit Sicherheit gestellt werden: Gelingt es nämlich, mit dem Rohr bis in den unteren Abschnitt des S-romanum vorzudringen, so kann man sich gelegentlich die Öffnungen der untersten Divertikel zu Gesicht bringen.

Auch sonst unterscheiden sich diese chronisch verlaufenden Erkrankungen wesentlich von den akuten: Für gewöhnlich klagen die Kranken vor allen Dingen über Stuhlverstopfung und müssen häufig Abführmittel gebrauchen. Erfolgt der Stuhlgang ohne Nachhilfe, so zeigt er die Merkmale des Bleistiftkots oder des kleinkalibrigen Schafkots, ist aber im übrigen uncharakteristisch. Insbesondere haben Versuche, durch bakteriologische Untersuchungen einen spezifischen Krankheitserreger zu finden, bisher zu keinem Resultat geführt. Meistens fand man Proteus- oder Colibazillen, manchmal auch Bakterium subtilis und granulosehaltige Bakterien, alles im allgemeinen harmlose Vertreter der gewöhnlichen Darmflora, denen für die Frage der Ätiologie der vorliegenden Krankheit keine Bedeutung beizumessen ist. Schaltet man schließlich alle spezifischen Entzündungen am Dickdarm aus, wie die chronischen Erkrankungen Tuberkulose, Lues, Gonorrhöe und die akuten Ruhr, Typhus und Sublimatvergiftung, so läßt sich die Colitis infiltrativa als ein nicht spezifisches, selbständiges, wohl charakterisiertes Krankheitsbild herausschälen, bei dem, wie erwähnt, eine mehr oder weniger hochgradige Obstipation im Vordergrunde der Symptome steht. Diese kann in leichten Fällen überwiegend durch ein funktionelles Moment, durch Spasmen der Darmmuskulatur hervorgerufen werden, während in schwereren Fällen die Stenosenerscheinungen auf organischer Veränderung des Darmlumens beruhen. Gegenüber den hierdurch hervorgerufenen Beschwerden treten Klagen über Schmerzen und Fieber durchaus in den Hintergrund; jedoch beide Erscheinungen können gelegentlich akuter Exazerbationen in dem Krankheitsprozeß plötzlich mit größter Heftigkeit auftreten.

Bei der weiteren objektiven Untersuchung weist uns vor allen Dingen ein Tastbefund am Abdomen auf den erkrankten Darmabschnitt hin, wenn nicht etwa eine beginnende Peritonitis oder starker Stauungsmeteorismus die Palpation unmöglich macht. Gelingt es in die Tiefe zu tasten, so fühlt man auf der Beckenschaufel eine Resistenz, deren Ausdehnung und Konsistenz sehr verschieden sein kann. Ist die Infiltration der Darmwand noch nicht sehr ausgesprochen, so bemerkt man nur eine leichte Verdickung des Darmes in Gestalt eines etwas festeren und härteren, fast gar nicht druckempfindlichen Stranges. Manchmal ist es sogar nur der durch den tastenden Finger auf den entzündeten Darm ausgeübte Reiz, der ein deutliches An- und Abschwellen der Darmwand während der Untersuchung veranlaßt. Wieder in anderen Fällen ist der Befund, der an einem Tage deutlich zu erheben war, bei der nächsten Untersuchung viel geringer oder gar nicht mehr zu fühlen. Meistens läßt sich die Resistenz unter dem Finger hin- und herrollen und weist längliche Gestalt, sowie glatte rundliche Oberfläche auf und geht an ihren Enden deutlich in normale Darmabschnitte über.

Diese Tastbefunde bei den leichteren Formen der Colitis infiltrativa sind so charakteristisch, daß sie bei häufigerer Beobachtung wohl nur selten den Verdacht auf ein Dickdarmkarzinom erwecken. Schreitet jedoch der entzündlich-infiltrierende Prozeß weiter fort, so imponiert an Stelle der elastischen Resistenz mehr und mehr ein großer, harter, druckempfindlicher Tumor, der nun den Untersucher für gewöhnlich veranlaßt, zuerst an ein Karzinom zu denken. Dieser Gedanke ist um so näherliegend, als die hochgradigen Erscheinungen meistens bei älteren Individuen jenseits der 50 auftreten, während sich die leichten Formen nur bei jüngeren Menschen finden. Greift die Infiltration schließlich auf das perikolitische Gewebe über, so wird die Geschwulst immer mehr rundlich und immer weniger auf ihrer Unterlage verschieblich. Gleichzeitig werden auch die Stenosenerscheinungen immer stärker, und es kann dann von der einfachen Obstipation zum teilweisen, ja sogar zum vollständigen Darmverschluß mit den bedrohlichsten Krankheitserscheinungen kommen. In derartigen Fällen lautet die Diagnose auf Grund des Tastbefundes fast stets auf Ileus infolge von strikturierendem Karzinom, besonders wenn sich der Prozeß in der Flexura sigmoidea abspielt, die ja auch eine

Lieblingslokalisation des Krebses ist. Kommen nun die Patienten in diesem oder auch schon in einem der früheren Stadien der Erkrankung zur Operation, so läßt sich selbst nach Eröffnung der Bauchhöhle im allgemeinen noch nicht die Natur des vorliegenden Tumors erkennen. Nur wenn eine radikale Operation möglich ist, läßt sich an dem exstirpierten Präparat bei der genaueren makroskopischen und mikroskopischen Untersuchung mit Sicherheit die Benignität der Geschwulst und das Vorhandensein einer Divertikelerkrankung feststellen. Schneidet man den entfernten Darmteil auf, so erscheint bei der Anwesenheit größerer Divertikel seine Innenfläche siebartig durchlöchert, und man gelangt mit der Sonde durch diese Stellen, die den Divertikelöffnungen entsprechen, in die Ausstülpungen, bzw. bei Perforation derselben in die derben Tumormassen hinein. Sind die Divertikel sehr klein, so erkennt man sie erst bei der mikroskopischen Betrachtung und erhält dann ein dem im ersten Teile der Arbeit besprochenen pathologisch-anatomischen Befund entsprechendes Bild. Ausnahmsweise kann jedoch, wie Giffin in Chicago an fünf Fällen einwandsfrei nachgewiesen hat, der primär als gutartig erkannte Tumor sekundäre karzinomatöse Degeneration aufweisen. Diese Möglichkeit erschwert natürlich noch die Diagnostik intra vitam bzw. ante operationam. Ist also eine Operation aus irgendeinem Grunde ausgeschlossen, so kommt es entweder zum Exitus letalis, und es wird erst bei der Autopsie die richtige Diagnose gestellt, oder der weitere Verlauf der Krankheit klärt in nicht komplizierten Fällen die Natur des Leidens auf.

Zunächst spricht etwaige Fettleibigkeit und das konstante Fehlen von Blutbeimengungen im Stuhlgang gegen Karzinom. Ferner gehen häufig während der weiteren Beobachtung die Krankheitserscheinungen allmählich zurück, insbesondere kann der Tastbefund erheblich geringer werden. Außerdem bleiben die Patienten meistens noch jahrelang am Leben, so daß man dann daraus auf ein gutartiges Leiden schließen muß. Wird für verständige Ernährung und regelmäßigen Stuhlgang gesorgt, so kann auch das subjektive Befinden der Kranken allmählich so gut werden, daß sie ihrer gewohnten Beschäftigung wieder nachgehen können. Fälle mit derartigem Ausgang sind wohl auch gelegentlich als Selbstheilung eines Karzinoms angesehen und beschrieben worden. Dieser Verlauf ist jedoch so charakteristisch für Divertikulitis, daß jede andere Auffassung mit großer Vorsicht aufzunehmen ist.

Es ist also selbst bei schon weit fortgeschrittener Erkrankung sehr wohl eine wesentliche Besserung des Leidens möglich, wenn auch eine völlige Heilung äußerst selten ist. Nur die akuten und die ganz leichten chronischen Fälle können wieder restlos ausheilen. Quoad vitam ist die Prognose im allgemeinen sowohl bei den chronischen, als auch bei den akuten Fällen günstig, wenn nicht ernstere Komplikationen, wie Ileus, Abszeß- und Fistelbildung oder Peritonitis auftreten.

Fassen wir noch einmal die im vorstehenden im wesentlichen nach den Angaben von Adolf Schmidt dargestellten klinischen Symptome zusammen, so ergibt sich: Die Colitis infiltrativa stellt eine umschriebene, entzündliche Erkrankung der Darmwand dar und ist am häufigsten in der Flexura sigmoidea lokalisiert, kann jedoch jeden Abschnitt des Dickdarms befallen. Sie äußert sich klinisch vornehmlich in Schmerzen bzw. in Stenosenerscheinungen und kann durch Mitbeteiligung des Peritoneums gefährlich werden. Sie entwickelt sich oft infolge der Anwesenheit von Graserschen Divertikeln, kann jedoch wahrscheinlich auch aus anderen, vorläufig noch unbekannten Momenten heraus entstehen. In einer ganzen Reihe der bisher beschriebenen Fälle ist es jedenfalls nicht gelungen, Divertikel nachzuweisen.

Wir sehen also, daß zwar das Krankheitsbild der Divertikulitis schon seit den Arbeiten Grasers den Klinikern ziemlich gut bekannt ist, daß aber trotzdem die Diagnose meistens erst durch den Pathologen gestellt werden konnte.

Erst dem Röntgenverfahren verdanken wir seit kurzem die Möglichkeit, das Vorhandensein von Divertikeln schon intra vitam und vor der Operation u. U. mit Sicherheit festzustellen. So gelang es im Jahre 1914 de Quervain zum ersten Male in einem Falle von chronischer Sigmoiditis die Divertikel im Röntgenbilde sichtbar zu machen: Es handelt sich hier um einen

61 jährigen Mann, der wegen Verdacht auf Magenkarzinom der Klinik überwiesen wurde, und bei dem die objektive Untersuchung keinen ganz typischen Tastbefund, sondern nur zeitweilige Druckempfindlichkeit im Unterleib links ergab. Es wird zur Sicherung der Diagnose ein Bariumeinlauf verabfolgt und dann eine Röntgenaufnahme des Dickdarms gemacht. Sie zeigt einen im ganzen normal gefüllten und normal entfalteten Dickdarm; nur am S-romanum fällt auf einer etwa 12 cm langen Strecke eine etwas unregelmäßige Füllung und Randzeichnung auf. Der Schattenrand dieser Partie ist auf beiden Seiten von etwa 6—8 warzenartigen Vorragungen besetzt, die als die Schattenkonturen von Divertikeln angesehen werden. Bei einer nach Defäkation gemachten zweiten Röntgenaufnahme sieht man an einzelnen Stellen, die genau dieselbe Lage aufweisen, wie die als Divertikel angesehenen Schatten im ersten Bild, deutliche Reste von Kontrastsubstanz, während das übrige Sigma nur noch als feiner Schattenriß angedeutet erscheint. Bei demselben Patienten werden später noch mehrere Einlaufsbilder gemacht, die Füllung der Divertikel ist aber gar nicht mehr oder nur noch so unvollkommen vorhanden, daß nach diesen Bildern die Diagnose nicht hätte gestellt werden können.

Auch bei der Rektoskopie gelingt es nicht, sich Divertikelöffnungen zu Gesicht zu bringen, aber trotzdem wird an der Diagnose Divertikulitis festgehalten, die sich bei der Operation auch vollauf bestätigt: „Das S-romanum erweist sich in einer Länge von 16 cm zu beiden Seiten der vorderen äußeren Taenie von zahlreichen, zum Teil in die Appendices epiploicae hineingewachsenen, mit festen Kotbröckeln gefüllten Divertikeln von $^1/_2$—1 cm Länge besetzt. Einzelne Divertikel sind an ihren Enden gegabelt. Zwischeu den beiden Reihen großer Divertikel finden sich auf der Vorderfläche des S-romanum eine große Zahl kleiner, 1—2 mm großer warziger Vorragungen, welche den Eindruck kleinster Divertikel machen." Die Erkrankung ist ausschließlich auf die Sigmaschlinge lokalisiert, während sich der ganze übrige Dickdarm, abgesehen von einer stärkeren Ausweitung des Colon transversum, als vollkommen normal erweist.

Dieser Fall zeigt also, daß es unter günstigen Umständen möglich ist, die Divertikulosis mit Sicherheit mittels Kontrasteinlauf im Röntgenbilde festzustellen. Sind aber die Divertikel bei Applikation des Klysmas mit Kot gefüllt, so können sie die Bariumaufschwemmung nicht aufnehmen, und es ist selbst bei großer Zahl von Divertikeln nicht möglich, sie darzustellen, oder es zeichnen sich nur relativ wenige auf dem Röntgenbilde ab. Die Möglichkeit, sie mit dem Kontrastmittel zu füllen, wird noch dadurch erschwert, daß man sich hüten muß, den Einlauf unter hohem Druck einfließen zu lassen; denn der dadurch erzeugte hohe Innendruck kann nur zu leicht eine Perforation der etwa schon sehr verdünnten Wand eines Divertikels und damit eine Perforationsperitonitis hervorrufen. Trotz dieser Gefahr sind aber bei Dickdarmaufnahmen, allerdings mit größter Vorsicht, stets Einlaufsbilder anzufertigen, da nur mit dieser Methode alle Einzelheiten in der Struktur der Darmwand dargestellt werden können. Sehr wertvoll sind ferner Kontrollaufnahmen nach Defäkation, besonders wenn in dem nach Applikation des Klysmas gemachten Bilde zunächst keine Divertikel zu sehen sind. Nach Entleerung des Darmes erscheinen dann im Skiagramm noch dichte Schattenreste in den Divertikeln, während das übrige S-romanum leer ist. Ist es aber trotzdem nicht gelungen, die Divertikel darzustellen, so weisen doch, wenigstens in dem von de Quervain beschriebenen Falle, alle Einlaufsbilder einen gemeinsamen, ziemlich charakteristischen Befund auf. „Der Darmschlauch zeigt im S-romanum auf eine gewisse Strecke hin abnorme Füllungsverhältnisse. Stets fehlt die glatte scharfe Begrenzung, die wir an dem Schatten des Füllungsbildes des S-romanum zu sehen gewohnt sind. Die Umrisse sind weniger scharf und weniger geschwungen gezeichnet als normal, und die Füllung des Schattens erscheint weniger homogen, als bei normalen Därmen. Er kann dabei normal dicht erscheinen, sogar stellenweise etwas dichter als der Schatten des Colon descendens. Er kann aber auch weniger dicht sein, ja beinahe völlig fehlen."

Nach dieser Veröffentlichung von de Quervain finden sich in der Literatur nur noch

im Jahre 1915 zwei kasuistische Mitteilungen von amerikanischen Autoren über den röntgenologischen Nachweis von Divertikeln bei entzündlichen Erkrankungen des Dickdarms. So berichtet James T. Case, daß er noch tagelang nach Applikation von Kontrastmahlzeit oder auch Kontrastklysma die gefüllten Divertikel als umschriebene dichte Schatten im Röntgenbilde beobachten konnte. Sie sollen in Gruppen angeordnet sein und stets die gleiche Lage zeigen. Er hat die Untersuchung immer mittels Kontrastmahlzeit — und Einlauf vorgenommen, um eine sichere Kontrolle der Befunde zu haben.

Die zweite Mitteilung liegt von Russel D. Carman vor. Er beschreibt drei Fälle von Sigmoiditis, bei denen die Röntgenaufnahme einen Füllungsdefekt im S-romanum mit außerhalb des Lumens gelegenen, gut gefüllten Divertikeln zeigt.

Er weist außerdem auf die große Ähnlichkeit hin, mit der sich Divertikel und haustrale Einschnürungen am Dickdarm im Röntgenbilde darstellen, so daß Haustren sogar Divertikel vortäuschen können.

Ein Überblick über die Literatur zeigt also, daß die differentialdiagnostisch so außerordentlich wichtige Darstellung von Divertikeln im Röntgenbilde bisher nur selten gelungen ist. Ich bin nun in der Lage, über vier von Herrn Professor von Bergmann teils in Altona, teils hier in seiner Privatpraxis beobachtete Fälle von Colitis infiltrativa zu berichten, bei denen jedesmal Karzinomverdacht vorlag, aber das Röntgenbild schließlich die Diagnose vollkommen klärte.

Fall I: Es handelt sich um einen kleinen, hochgradig kyphoskoliotischen Mann (Herrn M.) in den fünfziger Jahren, der seit einigen Monaten über zunehmenden Meteorismus und hartnäckige Verstopfung klagt. In dem von dem bisher behandelnden Arzt häufig und genau untersuchten Stuhlgang ist niemals Blut oder Schleim gefunden worden. Es bestehen aber deutliche Erscheinungen von Darmstenose, die den Verdacht auf Karzinom des Dickdarms erwecken und den Kranken zu Herrn Professor von Bergmann führen.

Bei der objektiven Untersuchung fühlt man das ganze S-romanum unterhalb der Flexura lienalis als dicken, 2—3 cm breiten, schmerzhaften Strang, der sich hin- und herrollen läßt und nicht den Eindruck der einfach versteiften oder maximal kontrahierten Darmschlinge macht. Die Partie des Darmes, die man abtasten kann, ist so lang, daß es schwer fällt, an ein Karzinom zu glauben. Die Rektoskopie

Divertikelbildung am S-romanum und ihre verschiedene Form und Füllung im Röntgenbilde.



Abbildung 1.

Übersichtsbild zu Fall 1 nach einem Diapositiv gezeichnet.

C. d. = Colon descendens
C. tr. = Colon transversum
R = Rektum
S = S-romanum
↑↑ = Divertikel.



Abbildung 2.

Zu Fall 1. Das in Abbildung 1 mit ↑↑ bezeichnete Darmstück in natürlicher Größe.

× × = größere, mit dem Darmlumen deutl. kommunizierende Divertikel mit Luftblase an der Spitze
\+ = gegabeltes Divertikel
→ = Divertikel in Gestalt von spitzen Zacken.

ergibt keinen besonderen Befund und auch okkulte Blutungen können im Stuhlgang nicht nachgewiesen werden. Da der Verdacht eines Karzinoms sich jedoch nicht ganz beheben läßt, wird zur Probelaparotomie geraten, die der Patient verweigert.

Um nun die Diagnose zu klären, wird eine Röntgenaufnahme des Dickdarms mittels Bariumeinlaufs gemacht. Das Bild zeigt deutlich ein etwas enges S-romanum und zu beiden Seiten des mittleren Teiles, sowie am Übergang zum oberen Bogen eine größere Anzahl von Divertikeln verschiedener Größe und Gestalt (vergl. Abb. 1). Einige von ihnen, die größeren, sind von der Basis an bis zur Hälfte mit Bariumaufschwemmung gefüllt, während ihre Kuppe von einer Luftblase eingenommen wird. Ihre Ränder heben sich stets deutlich von der Umgebung ab, und auch ihre Kommunikation mit dem Darmlumen ist genau zu sehen. Andere wieder sind gegabelt oder stellen sich nur als ganz feine spitze Zacken mit wellenförmigen Rändern dar (vgl. Abb. 2 u. 4). Im übrigen erscheint der ganze Dickdarm etwas eng, weist aber gute und gleichmäßige Füllung auf. Acht Tage später wird eine neue Serie von drei Röntgenaufnahmen gemacht, die im wesentlichen denselben Befund ergeben. Die Divertikel stellen sich in allen drei Bildern in ähnlicher Form und an denselben Stellen dar, so daß ich nur von dem einen, technisch besonders gut gelungenen Bilde eine Skizze der charakteristisch veränderten Darmwand beifüge (vergl. Abb. 2). In diesem Falle ist also die Röntgenphotographie für die Diagnose durch den sicheren Nachweis von Divertikeln ausschlaggebend. Man kann sie sich auf Grund der schon lange bestehenden Stuhlverstopfung entstanden denken und auch damit den von ihnen ausgegangenen entzündlichen Prozeß der Darmwand erklären. Für irgendwie nennenswerte Mitbeteiligung der Schleimhaut ist wegen des Fehlens von stärkeren Schmerzen und von Blutabgängen mit dem Stuhlgang kein Anhaltspunkt vorhanden. Im übrigen ist der durch den chronisch-proliferierenden Krankheitsprozeß entstandene, oben beschriebene Tumor mit der Druckempfindlichkeit im Verlaufe des S-romanum durchaus charakteristisch für Diverticulitis. Ohne das Röntgenverfahren hätte schließlich die Diagnose erst aus dem weiteren Verlauf gesichert werden können.

Später hören wir von dem Patienten, daß er sich bei leichter Kost und regelmäßigem Gebrauch von Abführmitteln in gutem Allgemeinzustand befindet. Es liegt also hier ein ganz typisches Beispiel für chronisch-entzündliche Erkrankung der Sigmaschlinge auf der Basis von falschen Divertikeln vor, und ich möchte im Anschluß daran gleich noch einen zweiten, sehr ähnlichen Fall beschreiben:

Fall II: Im Juli 1917 stellt sich ein 71 Jahre alter Mann (Herr R.) mit vielen, anscheinend hypochondrischen Beschwerden vor. Er leidet vor allen Dingen seit vielen Jahren an hartnäckiger Verstopfung, wenn er nicht ausschließlich eine bestimmte, übrigens schlackenarme Ernährungsweise inne-

Divertikel im unteren Abschnitt des S-romanum, besonders in Gestalt spitzer Zacken.

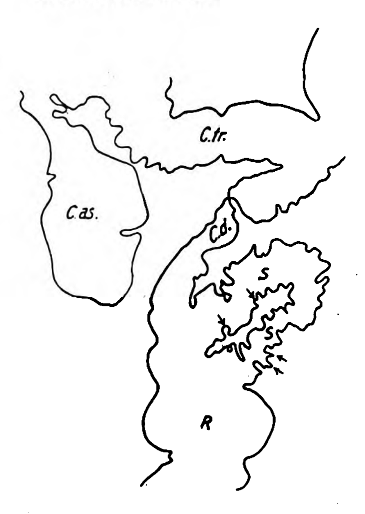


Abbildung 3.

Zu Fall 2.

C. as. = Colon ascendens
C. d. = Colon descendens
C. tr. = Colon transversum
R = Rektum
S = S-romanum
↑ ↑ = Divertikel.



Abbildung 4.

Zu Fall 2. Das mit ↑ ↑ bezeichnete Stück des S-romanum in natürlicher Größe zur Darstellung der Divertikel.

\+ spitze Divertikelzacken.

Außerdem sind größere Divertikel mit scharfer Umrandung und Luftblase an der Spitze zu erkennen.

Abbildung 5.

Zu Fall 2.

Einzelne Divertikel in ihrer verschiedenen Form und Größe gezeichnet.



hält und ständig Abführmittel gebraucht. Da er ferner nie über Schmerz- oder Fieberattacken zu klagen hat, dagegen 40 Pfund Gewichtsabnahme in etwa drei Jahren zu verzeichnen sind, wird auch hier ernstlich an Karzinom gedacht, obgleich nie Blut oder Schleim im Stuhlgang beobachtet worden sind.

Bei der Untersuchung fühlt man das S-romanum als festen, starr infiltrierten und kontrahierten Wulst, den man bei dem mageren Patienten in ganzer Ausdehnung gut tasten, ja hin- und herrollen kann. Der Kranke selbst fühlt dieses Gebilde und faßt es mit Recht als die Ursache seiner Verstopfung auf.

Auch hier klären schließlich zwei Röntgenbilder, die beide an demselben Tage kurz nacheinander aufgenommen sind, und beide genau denselben Befund aufweisen, die Natur des Leidens auf. Wir sehen ein stark haustriertes, ziemlich enges S-romanum und ein fast haustrenloses, ebenfalls enges Colon descendens (vgl. Abb. 3). Der untere Schenkel der Sigmaschlinge ist mit zahlreichen, typischen Divertikeln besetzt, die sich vornehmlich als spitze, teils vollkommen, teils unvollkommen mit Kontrastmasse gefüllte Schatten darstellen, und einzelne von ihnen erscheinen auch hier deutlich gegabelt (vgl. Abb. 4 u. 5). Der übrige Dickdarm zeigt auch diesmal keinerlei pathologische Erscheinungen.

Mit dem in vorstehendem beschriebenen Röntgenbefunde ist also wiederum die Diagnose auf chronische Divertikulitis am S-romanum gesichert, und auch alle anderen oben beschriebenen Symptome sind ebenso zu deuten wie im vorigen Falle. Besonders betonen möchte ich noch den hier durch die Anamnese festgestellten, jahrelangen Mißbrauch von mehr oder weniger drastischen Abführmitteln, die nach den Angaben Rosenheims indirekt für die Entwicklung der entzündlich infiltrierenden Darmerkrankung von Bedeutung sein sollen, indem sie „die Irritabilität des S-romanum, die Neigung zu Spasmenbildung, vielleicht auch die Zirkulation ungünstig beeinflussen“.

Bei einem dritten Patienten fallen ähnliche Erscheinungen wie bei den beiden ersten auf, aber die Erkrankung verläuft wesentlich komplizierter.

Anfang Juni 1916 kommt Herr Sch. wegen akuter Darmerscheinungen zu Herrn Professor von Bergmann: Es besteht hohes Fieber, 39°, Erbrechen, der Leib ist stark aufgebläht, und der Hausarzt sagt sehr charakteristisch: „Wenn es rechts wäre, wüßte ich genau, daß es eine Appendizitis ist.“ Der Patient selbst gibt an, daß er derartige Anfälle schon wiederholt gehabt habe, er müsse sich nur ins Bett legen und nichts essen, dann gingen die Erscheinungen prompt zurück, ohne Beschwerden sei er aber nie.

Divertikel verschiedener Form am S-romanum; außerdem retrograde Füllung der unteren Dünndarmschlingen.



Abbildung 6. Zu Fall 3.
C. d. = Colon descendens
C. tr. = Colon transversum
D = Dünndarm
R = Rektum
S = S-romanum
† = Divertikel.



Abbildung 7.
Zu Fall 3.
Ein Stück aus dem mit † † bezeichneten Teile des S-romanum in natürlicher Größe.
+ = zackenförmige Divertikel
➛ = größere Divertikel mit Luftblase
X = gegabeltes Divertikel.

Er müsse immer auf seinen Stuhlgang Rücksicht nehmen, dürfe insbesondere nie Kohl und andere grobe Kost essen und nehme fast regelmäßig Abführmittel; dann ginge es ihm ausgezeichnet.

Die Untersuchung ergibt ein starkes Resistenzgefühl in der linken Unterbauchgegend und sehr lebhafte Druckempfindlichkeit, die unter Behandlung mit Bettruhe und Eisblase rasch wieder zurückgeht. Schon nach wenigen Tagen ist der Kranke völlig fieberfrei, steht auf, und geht in sein Bureau. Jetzt, wo die Muskelspannung nachgelassen hat, kann man das S-romanum deutlich als starre, druckempfindliche Wurst fühlen, und auch das Röngenbild zeigt wieder einen ganz charakteristischen Befund:

Das S-romanum und Colon descendens sind sehr eng, letzteres stellt sich als haustrenloses, schmales Band dar, zeigen aber beide homogene Füllung mit Kontrastsubstanz. Im proximalen Schenkel des S-romanum sind deutlich mehrere, vereinzelt stehende, kleine, knopf- und zackenförmige Divertikel zu sehen (vgl. Abb. 7). Das Colon ascendens und transversum sind wiederum ganz normal, dagegen sind die untersten Dünndarmschlingen retrograd mit Bariummasse gefüllt (vgl. Abb. 6).

Etwa ein halbes Jahr später wird der Kranke, der keine Attacken mehr gehabt hat, und sich in der Diät noch viel vorsichtiger hält als früher, wieder untersucht. Das empfindliche, sich infiltriert anfühlende Sigma ist nach wie vor an derselben Stelle zu tasten, ja man fühlt es jetzt bis zur Flexura lienalis hinauf.

Im Sommer 1917 stellt sich Patient wieder vor wegen häufiger Blutungen, die von einem — an anderem Orte durch rektoskopische Untersuchung festgestellten — Polypen herrühren, der stark blutet. Es wird zur Operation geraten, die der Kranke verweigert. Schließlich bekommt er 1918 noch einmal einen akuten Anfall mit Temperatur, nach dessen Rückgang er wieder zur Untersuchung in die Klinik kommt. Es ist stets das stark wandverdickte und kontrahierte S-romanum zu fühlen.

Dieser Fall ist besonders interessant wegen der immer wieder auftretenden, akuten Exazerbationen des Krankheitsprozesses, die stets unter dem Bilde einer auf der linken Seite lokalisierten Appendizitis auftreten. Der ganze Verlauf mit seinen stürmischen Krankheitserscheinungen entspricht einer Appendizitis mit Perforation, Abszeßbildung und begrenzter Peritonitis. Dafür sprechen sowohl das hohe Fieber, als auch die heftigen Schmerzen und die starke Défense musculaire. Nach dem Abklingen dieser akuten Erscheinungen tritt stets wieder der für Sigmoiditis so charakteristische Tastbefund in den Vordergrund und läßt zusammen mit dem beweisenden Röntgenbilde keinen Zweifel mehr an der Diagnose. Insbesondere kann man damit die vielleicht naheliegende Vermutung, daß eine akute Entzündung von einem der Nachbarorgane, wie Appendix oder Niere, auf das S-romanum übergegriffen habe, mit Bestimmtheit ausschließen. Im Gegenteil, man muß daran denken, daß die primär im Colon lokalisierte Entzündung bei Abszeßbildung nach einem der genannten Organe durchbrechen oder durch Einbeziehung in Verwachsungen in Mitleidenschaft ziehen kann. Bei Frauen sind dabei noch besonders die Ovarien und Tuben zu berücksichtigen.

Das Vorhandensein von polypöser Wucherung mit schweren eitrigen Katarrhen hält Adolf Schmidt immer für verdächtig auf primäre Polyposis. In unserem Falle kann man wohl diesen Gedanken ganz ausschalten, da ja die sich bereits über zwei Jahre erstreckende Beobachtung immer wieder einwandsfrei das Bild der Colitis infiltrativa zeigt.

Alle drei im vorstehenden beschriebenen Krankheitsbilder weisen die für die Colitis infiltrativa durchaus typischen Erscheinungen auf, wenn auch die rein klinischen Beobachtungen gelegentlich Zweifel an der Diagnose aufkommen lassen, die aber, wie wir gesehen haben, stets durch das Röntgenbild zerstreut werden können.

Vergleichen wir die im vorstehenden wiedergegebenen Röntgenbefunde mit dem von de Quervain beschriebenen, so stimmen sie, was die Darstellung der Divertikel anlangt, vollkommen mit dem seinigen überein. Die im übrigen noch von ihm angegebenen Veränderungen im Schattenbilde des S-romanum sind in unseren Fällen nicht vorhanden, dagegen fällt bei den Bildern 3 und 6 die Kontur des Colon descendens auf, das sich als mehr oder weniger haustrenloses, glattes Schattenband darstellt, ein Befund, der von Stierlin als Charakteristikum für Darmabschnitte mit entzündlicher Wandveränderung dargestellt wird. Es ist immerhin möglich, daß auch in unseren Fällen 2 und 3 noch eine gewisse Irritation vom Sigma aus auf den nach oben direkt anschließenden Darmteil übergegriffen hat, jedoch sind keinerlei klinische Anhaltspunkte dafür vorhanden.

Zum Schluß möchte ich noch einen Fall von Colitis infiltrativa diverticularis anführen, der nicht im S-romanum lokalisiert ist, und auch noch aus anderen Gründen besonders erwähnenswert ist.

Herr Prof. R., einige 50 Jahre alt, erkrankt im Januar 1916 aus voller Gesundheit heraus wie an einer akuten Appendizitis, mit hohen Temperaturen, heftigen Schmerzen in der Appendixgegend, die auch äußerst druckempfindlich ist, und hochgradiger Défense musculaire. Erbrechen ist nicht vorhanden, es gehen aber keine Winde ab. Diese akuten entzündlichen Erscheinungen gehen verhältnismäßig schnell vorüber, und nun bleibt eine deutliche Resistenz ziemlich genau in der Appendixgegend zurück. Jetzt sind keinerlei Temperaturen mehr vorhanden, es bestehen aber Erscheinungen von relativer Darmstenose. Es wird an die Möglichkeit eines Karzinoms gedacht, das akute Entzündungserscheinungen zur Folge gehabt hat. Die Operation ergibt einen Tumor am Anfang des Colon ascendens, den der Operateur zunächst für ein Karzinom hält. Nach Resektion des gesamten Coecums und eines Teiles des Ileums finden sich beim Aufschneiden des Tumor mindestens fünf bohnen- bis kirschgroße Divertikel und in einem von ihnen ein Kotstein, sowie schwere entzündliche Veränderungen an der schon nekrotischen Schleimhaut. Die Appendix selbst ist zwar in die Verwachsungen einbezogen, im übrigen aber intakt.

Große Divertikel am Colon ascendens, Marmorierung und Füllungsdefekt.



Abbildung 8. Zu Fall 4.
A = Appendix
C = Coecum
C. as. = Colon ascendens
D = Dünndarm
F = Füllungsdefekt
M = Marmorierung
R = Rektum
S = S-romanum
V = Valvula Bauhini
↑↑ = Divertikel.



Abbildung 9. Zu Fall 4.
Colon ascendens und Coecum in natürlicher Größe.
\+ = große Divertikel
C = Coecum
C. as. = Colon ascendens
M = Marmorierung.

Diesen pathologisch-anatomischen Befunden entspricht auch das Röntgenbild, das uns klinisch sofort auf die richtige Diagnose hinweist (vgl. Abb. 8 und 9): Während diesmal, entsprechend dem Tastbefund auf der rechten Seite das S-romanum und Rektum sich ganz normal darstellen, fällt am unteren Ende des Coecum in Höhe der Valvula Bauhini ein reichlich kirschgroßer Füllungsdeffekt auf. Auch Coecum und Colon ascendens zeigen keine homogene Füllung, sondern eine gewisse Marmorierung, und am Übergang vom Coecum ins Colon ascendens sieht man 2 oder 3 große, etwa 2—3 cm lange Divertikel, die in ziemlich weiter Kommunikation mit dem Darmlumen stehen und wie gekrümmte oder ausgestreckte Finger in die Bauchhöhle hineinragen. Außerdem sind die Appendix und auch die Dünndarmschlingen in größerer Ausdehnung mit Bariummasse gefüllt (vgl. Abb. 8).

Hier zeigt also das Röntgenbild nicht, wie in den vorigen Fällen, kleine, nur bei genauer Beobachtung sichtbare Divertikel, sondern sie sind in der Größe eines Zeigefingers sehr

deutlich zu sehen. Der Füllungsdefekt im Coecum und die an der retrograden Füllung der Dünndarmschlingen kenntliche Insuffizienz der Bauhinischen Klappe weisen auf entzündliche, wahrscheinlich perikolitische Prozesse am Coecum hin.

Auch klinisch ist der Fall besonders bemerkenswert wegen der hier in Frage stehenden Differentialdiagnose einerseits nach der Appendizitis, andererseits nach dem Karzinom hin. Zu Beginn der Erkrankung gleichen die Symptome ganz denen bei einer akuten Appendizitis im ersten Stadium, bei der noch keine eigentliche Peritonitis vorhanden ist. Nach dem Abklingen der stürmischen Erscheinungen erweckt der nun deutlich werdende, große Tumor, sowie die Erscheinungen von Darmstenose den Verdacht auf Karzinom, der schließlich durch das Röntgenbild beseitigt werden kann.

Einen Anhaltspunkt für die Entstehung der Divertikel haben wir bei diesem Kranken, der nie an Verstopfung litt, nicht; er demonstriert aber in schöner Weise, wie die Divertikulitis akut einsetzen und schließlich ins chronische Stadium übergehen kann, und wie wichtig gerade in derartig diagnostisch schwierigen Fällen der Röntgenbefund ist.

Selbstverständlich darf man nicht jede kleine Zacke im Röntgenbilde des Dickdarms als Divertikel ansprechen. Um Irrtümern vorzubeugen, gebe ich noch zwei Bilder wieder, bei

Unregelmäßigkeiten in der Kontur des Darmschattens infolge von starker Haustrierung, die Divertikel vortäuschen können.

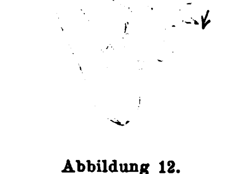


Abbildung 10.
Stück aus dem S-romanum bei Patient N. mit divertikelähnlichen Zacken.
↑ ↑ Divertikelverdacht.

Abbildung 11.
Derselbe Darmabschnitt 4 Tage später wie in Abb. 10, jetzt ohne Divertikelbildung.

Abbildung 12.
Von Patient K.
↑ Stück aus dem Colon transversum, natürliche Größe mit spitzen Zacken.

denen man wohl auf den ersten Blick Divertikel vermuten kann, die sich aber bei genauerer Untersuchung als haustrale Abschnürungen zu erkennen geben (vgl. Abb. 10 und 11). Bei Patient N. wurde das Bild wegen Verdachts auf Dickdarmkarzinom gemacht, da längere Zeit hindurch Blutabgang im Stuhl beobachtet worden war. Das Bild zeigt einen durchweg engen Dickdarm mit sehr zahlreicher Haustrenbildung, sowie am mittleren Schenkel des S-romanum einige Unregelmäßigkeiten in der Kontur des Darmschattens, die zur Verwechselung mit Divertikeln Veranlassung geben können. Vier Tage später werden noch zwei Röntgenbilder angefertigt, in denen sich das S-romanum als enger, fast haustrenloser Strang ohne jegliche diagnostisch verwertbare Unebenheiten in der Randzeichnung darstellt.

In diesem Falle war nur eine äußerst lebhafte Peristaltik vorhanden, die die starke Haustrierung des Dickdarms hervorrief und zu der Verwechselung mit Divertikeln Veranlassung geben konnte. Patient hatte vor acht Wochen eine Ruhr durchgemacht, und es bestand danach noch eine erhöhte Reizbarkeit des Darmes, die auch auf dem 2. Röntgenbilde in dem bandförmigen, gestreckten Schattenbilde des S-romanum zur Darstellung kommt. (Stierlin.) Auch eine nach Defäkation vorgenommene Röntgenaufnahme zeigt keinerlei Schattenreste, die auf Divertikel hinweisen könnten.

Ein anderes Bild, von einem anderen Kranken, der ebenfalls eine Ruhr durchgemacht hat, zeigt besonders an dem maximal kontrahierten Colon transversum zahlreiche, sehr spitze Zacken, die den Spitzen von engen Divertikeln auf den ersten Blick ähnlich sehen. Bei genauerer Betrachtung sieht man aber, daß diese Zacken keine Ausstülpungen sind, die von normaler Darmwand ausgehen, sondern daß es sich um einen maximal kontrahierten Darm handelt, der in dichte Falten gelegt ist, die sich in diesen Zacken darstellen. Bezeichnend für diesen Kontraktionszustand ist das fast völlige Fehlen des Darmlumens auf dem Röntgenbilde (vgl. Abb. 12). Eine nach Defäkation vorgenommene Aufnahme zeigt diese Erscheinungen noch hochgradiger, und nun werden auch am S-romanum ähnliche Zacken sichtbar. Man muß diese Bilder berücksichtigen, um Verwechselungen bei der Beurteilung von Röntgenbildern zu vermeiden, wie ja auch schon Carman früher betont hat.

Überblicken wir nochmals die vorstehenden Ausführungen, so sehen wir, wie wichtig einerseits das Röntgenbild für die Diagnostik bei entzündlichen Erkrankungen des Dickdarms ist, daß man aber andererseits seine Bedeutung nicht überschätzen darf, sondern nur bei eingehender Berücksichtigung der anderen klinischen Erscheinungen Täuschungen zu vermeiden sind.

Zum Schluß möchte ich noch auf die auf Tafel VIII dieser Nummer wiedergegebenen Abbildungen von Original-Röntgenbildern hinweisen, auf die im Zusammenhang in dieser Arbeit nicht Bezug genommen worden ist, die aber noch sehr schön die Divertikelbildungen am Colon zeigen.

Literatur.

Albu, Die Röntgendiagnostik der Verdauungskrankheiten in klinischer Bewertung. Medizinische Klinik v. 1914.

Anschütz, Erworbene falsche Divertikel des Dickdarms und Beiträge zur Behandlung von Darmfisteln. II. Tagg. d. Vereinigg. nordwestdeutscher Chirurgen zu Kiel. Bericht im Zentralblatt für Chirurgie von 1912.

Arnsperger, Entzündliche Formen der Flexura sigmoidea. Mitteilung aus den Grenzgebieten d. Med. u. Chirurg. Bd. 21, 1910.

Beer, Some pathological and clinical aspects of acquired (false) diverticula of the intestine. Amer. journ. of the med. sciences Juli 1904. Ref. n. d. Zentralbl. f. inn. Med. 1905, Bd. 26.

von Bergmann, Die Bedeutung der Radiologie für die Diagnostik der Erkrankungen des Verdauungskanal. Arch. f. Verd. Krankh. 1916.

Carman, The röntgenologic findings in three cases of diverticulitis of the large bowel. Annals of Surgery Nr. 3 v. 1915. Zentr.-Bl. f. Chir. Bd. 40, S. 732.

Carman, Diverticulitis des Sigmoideum. Febr. 1915, american. Journ. of. Röntgenologie, ref. nach d. Fortschritten auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen von 1915/16, Bd. 23.

Case, Multiple Divertikel im Colon. Americ. Journ. of Röntgenology Febr. 1915, nach Referat aus d. Fortschritten auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen.

Clairmont, Über einen operativ geheilten Fall von entzündlicher Geschwulst des unteren Dickdarms (Divertikulitis). Med. Klinik 1917.

Dahl, Über Divertikulitis und Sigmoiditis. Hygiea 1914, nach Referat in d. Arch. f. Verdauungskrankh. 1916.

Edel, Über erworbene Darmdivertikel. Virch. Arch. Bd. 138, 1894.

Edlefsen, Zur Frage der Sigmoiditis akuta. Berl. klin. W. 1903.

Eisenberg, Über die von erworbenen Divertikeln der Flexura sigmoidea ausgehenden entzündlichen Erkrankungen. Bruns Beitr. zur klin. Chir. 1913, Bd. 83.

Franke, Zur Pathologie und Therapie der falschen (erworbenen) Divertikel des Dickdarms. Deutsch. med. W. 1909.

Georgi, Über das erworbene Darmdivertikel und seine praktische Bedeutung. D. Ztschr. f. Chir. 1902, Bd. 67.

Gerster, Chronic colitis and pericolitis. Nach einem Referat aus d. Zentr.-Bl. f. Chir. 1912, Annals of surgery 1911.

Giffin, Zur Diagnose der Divertikulitis des Dickdarms nebst einer klinischen Übersicht über 27 praktische Fälle. Journ. Am. Med. Assoc. Chicago 1912, Nr. 11 nach Referat d. Münch. med. W. 1912.

Goldammer, Die röntgenologische Diagnostik der Erkrankungen des Magendarmkanals. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Ergänzungsband 15, 1902.

Graser, Über Dickdarmdivertikel. Verh. d. 27. Chir. Kongr. 1898.

Graser, Das falsche Darmdivertikel. Archiv für klin. Chir. 1899.

Graser, Über multiple, falsche Darmdivertikel der Flexura sigmoidea. Münch. med. W. 1899.

von Hansemann, Über die Entstehung falscher Darmdivertikel. Virch. Arch. 1896, Bd. 144.

Helber, Über Sigmoiditis chronica granulosa. Münch. med. W. 1905.

Hilbert, Ein Fall von Perforationsperitonitis aus seltener Ursache (Durchbruch eines ulcerierten Divertikels der Flexura sigmoidea) mit ungewöhnlichem Verlauf. D. med. W. 1902.

Jolasse, Über die mit der Röntgenuntersuchung des Magendarmkanals erzielten Resultate in anatomisch-physiologischer und pathologischer Beziehung. Fortschrite auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Bd. 16.

Kienböck, Zur Röntgendiagnose der Colitis ulcerosa. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen 1915, Bd. 20.

Koch, Über einfach entzündliche Strikturen des Dickdarms. Arch. f. klin. Chir. 1903.

Kothe, Ein Präparat von Dickdarmdivertikulitis. Zentr.-Bl. f. Chir. 1909, Freie Vereinigung der Chirurgen Berlins.

von Leube, Spezielle Diagnostik der inneren Krankheiten.

Lockwood, Beziehungen zwischen Colitis und Perityphlitis vom chirurg. Standpunkte aus. Brit. med. Journ. Nr. 2305, nach Ref. d. deutschen med. W. 1905.

Mertens, Falsche Divertikel der Flexura Sigmoidea und des Processus vermiformis. Mitt. aus den Grenzgebieten d. Med. u. Chir. Bd. 9, 1902.

Mertens, Über den Verlauf eines falschen Divertikels des Darmes. Vortrag i. d. schles. Ges. f. vaterländische Kultur in Breslau, ref. i. d. D. med. W. 1900.

Neupert, Zur Pathologie der Darmdivertikel. Arch. f. klin. Chir. 1908, Bd. 87.

Nothnagel, Die Erkrankungen des Darmes und des Peritoneums. Spez. Path. u. Therapie.

Qhly, Über Procto-Sigmoiditis. Deutsche med. W. 1912.

Payr, Über eine eigentümliche Form chronischer Dickdarmstenose an der Flexura coli sinistra. Arch. f. klin. Chir. 1905, Bd. 77.

de Quervain, Zur Diagnose der erworbenen Dickdarmdivertikel und der Sigmoiditis diverticularis. D. Ztschr. f. Chir. 1914, Bd. 128.

Roll, Über chronische Peritonitis und Pericolitis und ihr Verhältnis zur chronischen Appendicitis. Norsk Magazin for Scägevidenskaben, ref. nach Münch. med. W. 1912.

Rosenberg, Zur Behandlung der Erkrankungen des unteren Dickdarms. Mitt. aus d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. 1910, Bd. 21.

Rosenheim, Über Sigmoiditis. Ztschr. f. klin. Med. 1904, Bd. 54.

Rosenheim, Zur Kenntnis d. infiltrierenden Colitis und Sigmoiditis. D. med. W. 1907.

Rotter, Über entzündliche Tumoren des Colon sigmoideum und pelvinum. Arch. f. klin. Chir. 1900, Bd. 61.

Schmidt, Adolf, Die schweren entzündlichen Erkrankungen des Dickdarms. Arch. f. Verdauungskrankh. 1916.

Schmidt, Adolf, Klinik der Darmkrankheiten.

Schmidt, Adolf, Zur Kenntnis der Colitis suppuratica (gravis ulcerosa). Mitt. aus d. Grenzgebieten d. Med. u. Chir. v. 1914, Bd. 27.

Schreiber, Bau und Entstehung der multiplen Dickdarmdivertikel. D. Arch. f. klin. Med., 1902.

Schwarz u. Novascinsky, Eigenartige Röntgenbefunde am Dickdarm bei tiefgreifenden chronisch-entzündlichen Prozessen. Wien. klin. W. 1912.

Simons, Bemerkungen zur Sigmoiditis. Ztschr. f. klin. Med. 1906.

Sonnenburg, Die akute Colitis. Mitt. aus den Grenzgeb. d. Med. und Chir. 1912, Bd. 24.

Stierlin, Klinische Röntgendiagnostik des Verdauungskanals.

Stierlin, Zur Röntgendiagnostik der Colitis ulcerosa. Ztschr. f. klin. Med. v. 1912, Bd. 75.

Strauß, Über chronische, fieberhafte ulceröse Procto-Sigmoiditis. Berlin. klin. W. 1910.

Sudsuki, Über Divertikel am S-romanum. Arch. f. klin. Chir. 1900.

Tölken, Appendicitis und Colitis. D. med. W. 1910.

Vogel, Über Colitis ulcerosa. Münch. med. W. v. 1904.

Waldvogel, Fistel zwischen Flexura sigmoidea und Blase im Anschluß an perforierte Darmdivertikel. D. med. W. 1902.

Warnecke, Ein eigenartiger Fall von Perforationsperitonitis. D. Ztschr. f. Chir. 1916.

Die Therapie der Hyperkeratosen unserer Röntgenhände.

Von

Prof. Dr. G. **Holzknecht**, Wien.

Immer, besonders aber heute, wo wir die erfahrenen Röntgenologen doppelt brauchen, ist es wertvoll, daß ihre Hände gebrauchsfertig erhalten bleiben.

Die Röntgenkeratosen sind nichts anderes als präkanzeriöse Bildungen, gleich den senilen Warzen, aus denen sich Epiteliome entwickeln. Diese letzteren sind durch Exstirpation mit großer Sicherheit heilbar. Ebenso sicher aber ungleich besser hinsichtlich der Hautökonomie wirkt bekanntlich die Röntgen- und Radiumbehandlung derselben. Ideal elektiv trennt sich die keratotische Zellmasse von der gesunden Haut und der Defekt überhäutet, abgesehen von leichter Hautverdünnung, ad integrum, während die Exstirpation soviel gesunde Haut konsumiert, daß Entstellung entsteht und unter Umständen Mangel an Deckung und Bewegungsstörung unausbleiblich sind.

Die gleichartigen Keratosen der Röntgenhände ebenfalls mit Röntgen- und Radiumstrahlen zu behandeln, hat trotz mehrfacher günstiger Einzelnachrichten[1]) keine systematische Anwendung gefunden. Der Grund war die Vermutung, daß das durch die Röntgenbestrahlung verursachte Gebilde durch das gleiche oder ein ähnliches Agens verschlimmert werden müßte, wie ja auch die unmittelbare Röntgenreaktion durch weitere Bestrahlung gesteigert wird. Dieser Schluß ist fehlerhaft. Die Keratose ist nämlich keine unmittelbare Strahlenwirkung. Sie entsteht nach Ablauf von Jahren auf den von einer Röntgenreaktion zurückgelassenen Boden, ebenso wie etwa der Schornsteinfegerkrebs auf dem Boden der durch Ruß hervorgebrachten chronischen Hautentzündung entsteht, und zwar durch weitere Mithilfe eines unbekannten Momentes, das eben plötzlich einer Zelle das Übergewicht über die Nachbarzellen gibt und ihre schrankenlose Vermehrung gestattet, jenes Momentes, dessen Aufdeckung auch das einzige Ziel aller ätiologischen Krebsforschung ist. So geworden, ist die präkanzeröse Keratose ebenso wie der Krebs auf sich selbst gestellt, losgelöst von dem Agens, das ihr seinerzeit den Boden bereitet hat. Sie hat mit den Röntgenstrahlen nichts mehr zu tun, hängt mit ihnen nicht mehr notwendig zusammen, könnte ebensogut auf anderem Wege entstanden sein. Die Strahlen können auf sie einen förderlichen oder hinderlichen oder keinen Einfluß üben. Da unsere Strahlen nun wachsende epitheliale Bildungen hemmen, ja zerstören, so ist der Effekt von Röntgen- und Radiumstrahlen auf die „Röntgenkeratosen" nicht wunderbar. Systematisch und nicht allzu verspätet angewendet, ist sie ein großer Segen für die Betroffenen und macht die chirurgische Verstümmelung fast völlig überflüssig.

I. Pathologische Vorbemerkungen.

Geringe Röntgenlichtapplikationen lassen die Haut dauernd ebenso intakt wie die geringe beständige Bestrahlung, welcher wir alle durch die in der Atmosphäre verteilte Radiumemanation ausgesetzt sind. Röntgenlichtmengen, welche der Erythemdosis gleichkommen, denen aber durch weitgehende Filtration die schwach durchdringenden Strahlen entzogen sind, bewirken nur eine in wenigen Wochen ablaufende deutliche bis unscheinbare Entzündung (primäre Strahlenwirkung).

Röntgenlichtmengen, welche der Erythemdosis gleichkommen oder wiederholt applizierte Bruchteile dieser entzündungsbewirkenden Dosis bewirken, wenn sie nicht stark filtriert sind, besonders aber, wenn sie unfiltriert sind, nur die in einigen Wochen ablaufende Röntgen-

[1]) Französische Autoren, erwähnt auch in Wetterer, Handbuch „Die Röntgentherapie".

reaktion, welche je nach der applizierten Dosis heftig bis unscheinbar sein kann. Ferner bewirken diese wenig filtrierten Strahlen, welche größtenteils in der Haut absobiert werden, weil sie größtenteils schwach durchdringend sind, äußerst langsam sich entwickelnde, nach Jahren und Jahrzehnten hervortretende Hautveränderungen sehr verschiedener Art. (Röntgenhände, sekundäre oder Spätveränderung).

II. Die verschiedenen sekundären Röntgenveränderungen.

Ich versuche im folgenden eine Gruppierung. Gruppen und Glieder treten bei verschiedenen Individuen verschieden gerne auf.

A. Atrophische Vorgänge. Seltener als B.

1. Elastizitätsverlust (Hautfalten bleiben stehen) und Verkürzung der Haut (Behinderung extremer Gelenksbeugung).

2. Verdünnung der Epithelschicht, meist mit leichter entzündlicher Infiltration (rot, gespannt, wenige neue statt der typischen feinen Falten), selten atrophische Ulzeration bildend.

3. Trockenheit (Schweiß- und Talgdrüsenatrophie).

4. Teleangiektasien, eher an den Armen als den Händen (vielleicht durch Schrumpfung des intervaskulären Bindegewebes).

B. Produktive Vorgänge.

1. Gleichmäßige Epithelhyperproduktion (reichliches Schilfern, z. B. nach einwöchentlichen Verband Haut Psoriasisähnlich, mit silbernen Schuppenlagen bedeckt).

2. Zirkumskripte Hyperkeratosen, langsame atypische Epithelwucherungen ohne Malignität.

3. Kankroide

III. Die verschiedenen Arten von Hyperkeratosen.

Die Differenzen beziehen sich auf:

A. Ausgangspunkt.
1. Oberflächliche Epithelschicht (fast alle).
2. Tiefe Epithelschichten (sehr seltene).

B. Bevorzugte Wachstumsrichung.
1. Flächenhaft.
2. Über das Hautniveau.
3. In die Tiefe.

C. Wachstumsmechanismus.
1. Konzentrisch wachsend mit einfachen oder mehrfachen klavusartigen Kernen, welche bei Entfernen der Hornschichten mit dem Messer sichtbar werden.
2. Ungleichmäßig perifer fortschreitend.

D. Härte.
Hornharte bis hautweiche Produkte.

E. Struktur.
1. Homogen wachsartig durchscheinend.
2. Feinrissig milchweiß, schilfernd, schmutzaufnehmend.
3. Grobrissig zerklüftend zu Infektion neigend.
4. Papillare Rasen bildend (selten).

F. Wachstumsgeschwindigkeit.
Erbsengröße in $^1/_2$ bis in 10 Jahren erreichend.

Daraus ergeben sich fast ebensoviele Varianten der äußerst multiformen Keratosen, als Permutationen möglich sind.



Der Standort (dorsal, seitlich, volar, Fingerbeeren, Nagelfalze, Interdigitalfalten), also die besondere Textur der Haut an verschiedenen Körperstellen, hat einigen Einfluß auf die Art der entstehenden Hyperkeratosen. Doch sind jedem Standort mehrere Typen eigentümlich.

IV. Schmerz, Infektion, Ulzeration.

Für die im folgenden zu besprechende Therapie sind einige Vorkommnisse bei den Keratosen und einzelne Typen derselben hervorzuheben.

Schmerzen.

1. Druckempfindlichkeit ohne spontanen Schmerz fehlt bei flächenhaften Keratosen ohne Klavuskern. Sie ist vorhanden bei einfachen und mehrfachen Klavuskernen, ferner bei beginnender Infektion.

2. Spontaner Schmerz findet bei fortschreitender Infektion und Umwandlung in Kankroid. Heftige Schmerzen nur bei Infektion.

Infektion.

Dazu neigt die Gruppe der grobrissigen Keratosen, weniger die der feinrissigen. Die Spaltungsrichtung, welche meist senkrecht zur Oberfläche, mitunter auch parallel zu ihr liegt, führt in dem sehr häufigen ersteren Fall zu tiefer, in letzteren zu oberflächlichen Infektionsgebieten, die aber, wenn kein Kankroid vorliegt, nie subkutan reichen. Tiefer reichende und weichere Keratosen haben oft Andeutungen von roten Höfen, welche anscheinend nicht auf Infektion beruhen, sondern der betreffenden Type oder vielleicht dem stärkeren Wachstum eigentümlich sind. Die mit Schmerzen auftretenden Infektionen werden daher leicht verkannt und als beginnendes Kankroid gedeutet, bis Lymphangioitis oder ein durch einen Riß vorquellender Eitertropfen die Sachlage aufklärt. In diesem Stadium hat die Eiterung meist die Keratose bereits ganz oder teilweise unterminiert. Sie zerstört besonders zerklüftete, nicht ganz hornharte Keratosen leicht, konsumiert auch einen Teil der Matrixzellen derselben, ergreift alle rissigen Teile der eigenen und der erreichbaren Nachbarkeratosen und heilt im zweimal täglich gewechselten hermetisch gut verschlossenen feuchten Verband nach etwa zwei Wochen, schneller wenn alle losen Keratosenteile und unterminierten Epidermisfetzen abgetragen werden. Nach Infektionen sind die Hyperkeratosen ganz oder teilweise scheinbar verschwunden. Doch tritt in der allergrößten Mehrzahl Rezidiv in der gleichen Form ein.

Ulzeration.

Bei Keratosen kommt eine echte Ulzeration nicht vor. Sie gehört dem Kankroid an. Dagegen können die in Anschluß an Infektion entstehenden tiefen Exkoriationen lange Zeit andauern, besonders wenn nicht oder zu selten feucht verbunden wird.

V. Besondere Typen von Keratosen.

Es sollen aus praktischen Gründen zwei hervorgehoben werden.

1. Die rasch, in einem halben Jahr auf Erbsengröße gewachsene, meist nicht ganz harte Keratose, welche frühzeitig in das Kankroid übergeht. Sie enthält tiefreichende, beim Beschneiden auch mit feinen Spitzmessern nicht bis zur Beseitigung der Druckempfindlichkeit herauschaffbare Klavuskerne und ferner häufig Gefäßästchen.

2. Die kleine tiefreichende lamelläre Keratose. Oberflächlich unscheinbare, oft bloß stecknadelkopfgroße Keratosen mit frühem Rissigwerden und schräg in die Tiefe gehender Spaltungsrichtung. Nach Entfernung der oberflächlichen Hornschichten erscheint ein senkrecht zur Hautoberfläche stehendes weißes Verhornungsblättchen mit feiner Schnittlinie. Das Bild ändert sich bei weiterer Abtragung der umgebenden Haut samt den erreichbaren Teilen des verhornten Spaltes nicht. Sie reicht unter das Korium. Bei Infektionen kommt es zu subkutanen und ossalen Panaritien. Übergang in Kankroid ist häufig. Lieblingssitze: Fingerbeeren, Umgebung des Nagelfalzes. Ursache auch Hantieren mit Radiumsalz.

3. Die Nagelkeratose. a) Die Nagelfalzkeratosen verdienen besondere Beachtung, weil unter ihnen häufig die vorstehend geschilderten Formen vorkommen und sich durch die Unübersichtlichkeit und Unzugänglichkeit beim Beschneiden (siehe dieses) nur schwer als solche erkennen lassen. Sie müssen besonders sorgfältig palliativ behandelt werden.

b) Die rein Subungnalen, welche oft die Nägel in häßlicher Weise verkrümmen und zu mächtigen Hornhöckern umbilden, sind zwar unheimlich verborgen, aber selten gefährlich. Beide Typen sind der Bestrahlung gut zugänglich. Bei richtiger Dosierung werden die Nägel nicht abgestoßen, gegebenenfalls wachsen sie nach.

VI. Behandlung der Keratosen.

Die Hyperkeratosen bilden sich nur in ganz seltenen Ausnahmsfällen spontan zurück. Die Heilung durch Infektionen ist nur eine scheinbare. Fast alle wachsen langsam aber unentwegt und zahlreiche gehen schließlich in Kankroide über. Alle ihre verschiedenen Arten verschwinden spurlos auf Röntgen- und Radiumbehandlung.

A. Röntgenbehandlung.

1. Abgrenzung mit Farbstift im gesunden, knapp am Rande der sichtbaren und fühlbaren Keratose. Die Einbeziehung nicht nachweisbar veränderter gesunder Haut ist überflüssig; selten hat man nötig, deshalb nachzubessern.

2. Bleiblättchen von $^1/_2$ mm Dicke in zwei Größen (5×7 und 3×5) werden an die Ränder gelegt, sorgfältig niedergedrückt und angebogen und mit kleinen Holzklammern, wie die Photographen sie zum Aufhängen trockener Kopien verwenden, zusammengehalten.

3. 8 Blechstreifen von $^1/_2$ mm Dicke und ca. 6×20 cm Größe werden zu je 2 aufeinander zur groben Abdeckung im Viereck verwendet. Unter 1—3 wurde die bei uns übliche Schutzabdeckung kleinerer Herde beschrieben.

4. Gewöhnliches hartes Therapielicht, ungefähr so hart, daß in 22 cm Abstand 10 H in 10—15 Minuten also 1 H pro Minute — $1^1/_2$ Minuten erreicht werden.

5. Dosis. Entweder einmal 8—10 H durch 4 mm Aluminium oder zweimal in 14 Tagen Abstand 6 H durch 4 mm. Mit der Doppelbestrahlung wird fast ausnahmslos ein voller Effekt erzielt, mit der einfachen in den allermeisten Fällen, höchstens, daß die härtesten unempfindlichsten ohnedies am langsamsten wachsenden und ungefährlichen Partien einer Keratose zurückbleiben. Schwächere Dosen sind wegen häufiger unvollständiger Wirkung nicht empfehlenswert. Dagegen kann man als Erstversuch einige weichere einer „harten Haut" ähnliche oder weiche klavusartige Keratosen mit einmaligen 6 H durch 4 mm Aluminium behandeln, um den schönen Effekt zu sehen um Mut zu gewinnen. — Es empfiehlt sich nicht größere, mehrere Keratosen enthaltende Hautstrecken als ein großes Feld zu bestrahlen. Die Mithilfe der gesunden Umgebung, und wenn sie auch schmal wäre, ist für die Überhäutung und ihr Tempo wertvoll.

Verlauf. Oft schon am Tag nach der Bestrahlung Abnahme der Druckempfindlichkeit tiefgreifender Klavi. Nach zwei Wochen Rötung der Ränder und Sukkulenz des Bodens. Druckempfindlichkeit, eventuell Schmerz durch verschlossene Suppuration.

Von da an gut abgeschlossener feuchter Verband täglich zweimal und Entfernung aller stumpf abhebbaren Hornschichten mit Nagelzange und kurzbranchiger Schere oder englischem Nagelfalzzängelchen aus dem Manikurbesteck zur Eindämmung der Eiterung. Bei den weichen dicken hebt sich um diese Zeit bereits die ganze Keratose als geschlossenes Stück von der Unterlage ab. Sie zeigt dann auf der Unterseite Wärzchen, welche in entsprechende Gruben der Haut passen. Weiterhin zwei Wochen lang feuchter Verband bis derselbe beim Wechseln keine Spur Sekret zeigt. Andernfalls oft Neuinfektion. Dauert die Sekretion länger als ca. zwei Wochen und bleibt das Ablösen der Verbandsgaze schmerzhaft, so war die Wirkung un-

vollständig. Es ist nicht nötig, wenn auch sehr abkürzend, in diesem Fall bei abklingender Reaktion eine weitere Dosis zu applizieren. Nach 3—6 Wochen trocknet doch alles ab und es bleibt bloß ein oder der andere Kern. Oft verschwinden nachträglich auch diese Reste auf trocken-desquamativem Wege, weil sie, von vornherein weniger empfindlich, später reagieren. Bleibt ein Rest, so entwickelt er sich zu einer Keratose von viel langsamerem Wachstum größerer Härte usw. als die bestrahlte war, d. h. bei schwacher Dosierung tritt wenigstens eine Umwandlung in eine wesentlich weniger aggressive Form ein, welche nach Jahr und Tag einmal vorgenommen werden mag. Bei voller Dosis ergibt sich das folgende Resultat: Nach Abschilferung und Ablösen resultiert eine ideale Haut. Sie zeigt volle Elastizität und das normale Fältchenrelief einer solchen. Nur bei exaktem Vergleich nimmt man eine geringe Verdünnung oder grübige Vertiefung wahr. Von Schrumpfung, Fixation und grobnarbiger Deformation, wie nach Exstirpation ist nichts wahrnehmbar. Die Beweglichkeit von Nachbargelenken, welche durch die Starre der Keratose beeinträchtigt war, ist verbessert. Die Beanspruchbarkeit der behandelten Hautstelle durch Druck, Reibung usw. ist eine vollkommene.

B. Radiumbehandlung.

Ich habe keinen sachlichen Unterschied zwischen der Röntgen- und der Radiumbestrahlung der Keratosen wahrnehmen können. Die bei Radium leicht möglich höhere Filtration, z. B. durch $^1/_2$, 1, $1^1/_2$ mm Messing (man läßt den Radiumträger über Nacht liegen) macht tiefere, düsterrote längerdauernde Reaktionen, welche gleichwohl keine besseren Effekte ergaben: Es scheint, daß es von einer gewissen hautschonenden Filtration (ca. 3 mm Aluminium) abgesehen, nicht so sehr auf die Strahlenhärte als auf die Dosis ankommt, die voll sein muß. Dagegen ist die Radiumapplikation wesentlich bequemer. Ich habe zweimal in einigen Ferialtagen große Hautabschnitte mit zahlreichen Keratosen mit Radium saniert, ohne dadurch mehr als täglich einige Minuten damit beschäftigt gewesen zu sein.

Technik: $^3/_4$ cm breite, rechtwinkelig geschnittene Bleistreifen von 3 und 4 cm Schenkel-Länge werden zu je zwei zur Umgrenzung der mit Farbstift eingezeichneten Keratose verwendet und mit Heftpflaster fixiert. Über die Aussparung die die Keratose frei läßt wird der Radiumträger mit Heftpflaster befestigt und das ganze mit einem weiten Fingerling oder einer kurzen Binde gedeckt. Nach Ablauf der Bestrahlungszeit (Weckuhr) wird der Radiumträger entfernt.

Ich habe sowohl bei mir wie auch bei Kollegen nur ein einziges Präparat, den Träger Nr. 27 der Radiumstation im Allgemeinen Krankenhause in Wien benutzt. Dem Vorstande desselben Herrn Professor Riehl und den Funktionären derselben danke ich auch an dieser Stelle für Überlassung und Information. Der Träger enthält 12 mgr Radium Metall auf eine Fläche von $1{\cdot}5 \times 2$ cm also 3 cm^2 verteilt, also 4 mgr pro cm^2 und ist in 0·2 mm Silberblech eingeschlossen. Nach zahlreichen Versuchen mit Filter (0·2 mm Silber plus 0·5, 1, 1·5 mm Messing) habe ich mit dem blanken Träger (0·2 mm Ag) oder mit 0·2 Ag + 1 mm Alum. gearbeitet. Auch den blanken Träger habe ich in Guttapercha eingehüllt, um die weiche spezifische Silberstrahlung zu beseitigen. Mit dem blanken Träger war eine Applikationszeit von $1^1/_2{}^h$ mit 1 mm Alum. 2 Stunden bis 3 Stunden nötig. Bei hoher Filtration, welche mir aber keinen Vorteil ergeben hat, mußte für 0·5 mm Messung 4 Stunden, 1 mm Mg 10^h 1·5 Mg 16 Stunden bestrahlt werden, um Erythem und Abstoßung zu erreichen. Der Verlauf ist der gleiche wie bei der Röntgenbestrahlung.

Kankroid. Von ihnen sind manche der gleichen Behandlung zugänglich. Viele zeigen sich refraktär auch für höhere Filtrationen und verfallen dem Messer. Auch deshalb sollen alle tiefgreifenden und alle über hanfkerngroße Keratosen radiotherapeutisch entfernt werden. Die übrigen Gründe sind die Verhinderung der lästigen Infektionen, die Erhaltung der Gelenksbewegungen und das kosmetische Motiv.

Palliative Behandlung der Keratosen.

Solange eine Keratose nicht radiotherapeutisch vorgenommen wird, soll sie regelmäßig beschnitten und nach Gocht mit kleinen scharfen Löffeln trocken und unblutig ausgekratzt werden. Es handelt sich nur darum, alles trockene Horn zu entfernen. Reizung ist davon nicht zu befürchten, im Gegenteil. Reizung entsteht durch in die Risse eingelagerten Schmutz und unscheinbaren Infektionen, Rhagadenbildung und Entzündung. Fetthalten (Lanolin, Schleichsche Creme) ist nützlich. Doch soll nach einigen Tagen gründlich heiß gebadet werden, um Infektionskeime nicht in den Rissen zu okkludieren. Zeitweise Mazeration durch einen nächtlichen gut abgeschlossenen feuchten Verband erleichtert die Entfernung der Hornschichten. Salizyl, sonst elektiv hornlösend (Perutz) hat sich nicht bewährt, weil es die leicht schilfernde Haut stark, die festhornigen Keratosen selbst in 20 % Aufschwemmung kaum angreift.

Die Entfernung toter Hornschichten ist die Toilette der Röntgenhand, sie deckt sich übrigens prinzipiell vollständig mit der die gleichen Absichten verfolgenden gewöhnlichen Manikure. Ferner orientiert erst sie über die wahre Beschaffenheit der einzelnen Keratose insbesondere über ihre Tiefenausdehnung. Dabei werden nicht selten Bildungen aufgedeckt, welche man als Pseudokeratosen bezeichnen kann; Ulcera, resp. sezernierende Exkoriationen mit nicht verhornender Epithelbekleidung, deren äußerst geringe Sekretion zu Borken vertrocknet ist. Die Entfernung derselben legt die nässende Fläche bloß. Sie sind zur Bestrahlung indiziert und heilen besonders sicher und leicht.

Nochmals über die Köhlerschen Randstreifen.

Von

Prof. Dr. **B. Walter.**

(Hierzu Tafel IX.)

In meiner ersten Mitteilung über die Köhlerschen Randstreifen (s. diese Fortsch., Bd. 25, S. 88) war ich der Ansicht, daß diese Streifen — ebenso wie diejenigen der meiner eignen Abhandlung beigegebenen Aufnahmen lediglich auf optische Täuschung zurückzuführen seien. Inzwischen hat nun aber Köhler in einer zweiten Abhandlung über diesen Gegenstand (Fortschr., Bd. 25, S. 495) einige neue Tatsachen beigebracht, welche doch dafür sprechen, daß die Streifen in seinem Falle nicht ausschließlich subjektiver Natur sind, sondern daß die Erscheinung bei ihm zum Teil auch auf wirklichen Helligkeitsunterschieden beruht.

Köhler selbst allerdings scheint nach seiner letzten Mitteilung der Meinung zu sein, daß bei seinen Streifen überhaupt keine optische Täuschung mit im Spiele sei; indessen ist es meines Erachtens ein leichtes, schon aus seinen eigenen Angaben nachzuweisen, daß der Hauptteil der Erscheinung sicher Täuschung ist, und daß höchstens ein kleiner Teil derselben auf wirklichen Grundlagen beruht. Die hauptsächlichste Tatsache nämlich, welche Köhler für seine Anschauung anführt, und welche natürlich auch für mich in erster Linie die Veranlassung war, meine eingangs erwähnte ursprüngliche Auffassung zu modifizieren, bilden die Helligkeitsmessungen, welche auf Veranlassung Köhlers an zwei vom Rande seiner Originalplatten abgeschnittenen Stücken von E. Wagner in München mit einem Hartmannschen Mikrophotometer angestellt wurden, und bei denen dieser Beobachter fand, daß der fragliche Streifen sich in der Intensitätskurve jedesmal als ein schwacher Buckel derselben bemerkbar machte, dessen Höhe aber nur etwa die doppelte Fehlerbreite der Messungen besaß. Wagner selbst sagt deswegen auch über seine Messungen: „Die objektive Darstellung zeigt hier, wie so oft, die Erscheinung erheblich schwächer, als die subjektive Auffassung meinen möchte,“

ein Satz, der doch offenbar nichts anderes besagt, als daß der größte Teil des Phänomens eben subjektiver und ein kleiner, kaum meßbarer Teil auch objektiver Natur ist.

Dasselbe geht ferner auch aus Köhlers eigenen Äußerungen hervor, wenn er nämlich in seiner ersten Abhandlung sagt, daß diejenigen Stellen der Platte, wo die Streifen auftreten, „ganz bedeutend intensiver" sind als die Umgebung, in seiner zweiten Veröffentlichung dagegen ausführt: „es wollte mir bei den besten meiner Aufnahmen nicht gelingen, durch den Windschen Abdeckungsversuch nach Walters Vorschrift die Streifen zum sicheren Verschwinden zu bringen." Denn in dem letzten Satz liegt doch ausgesprochen, daß die Streifen bei diesen Versuchen Köhlers zum mindesten nahezu verschwanden, so daß also — in Anbetracht der Tatsache, daß ihm die Streifen früher, d. h. also vor Bekanntschaft mit meiner ersten Abhandlung, so sehr intensiv erschienen — an dem Mitauftreten der Machschen Täuschung in diesem Falle nicht gut zu zweifeln ist.

In Anbetracht der großen Überzeugungskraft des Windschen Abdeckungsversuches ist es mir ferner auch unverständlich, wie sich z. B. K. Schaum nach Köhlers Angabe dahin äußern konnte: „es sei klar, daß es sich nicht um Machsche Streifen handele," — zumal wo doch an der Stelle der fraglichen Streifen die optischen Grundlagen für das Auftreten der Machschen Täuschung durchaus gegeben sind, so daß man deswegen meines Erachtens im Gegensatz zu Schaum sogar sagen kann, daß die genannte Täuschung an der fraglichen Stelle sicher mehr oder weniger deutlich auftreten muß. Und daß dies auch wirklich der Fall ist, beweist nun eben der genannte Windsche Versuch, der nämlich auch an den Bildern der der ersten Köhlerschen Abhandlung beigegebenen Tafel — mit Ausnahme der Fig. 8 (Drahtschatten), auf die ich weiter unten noch näher zurückkomme — mit nahezu vollständigem Erfolg angestellt werden kann, wie ja auch schon aus den oben zitierten Worten von Köhler selbst hervorgeht. Noch besser aber als an den Bildern der Köhlerschen Tafel gelingt dieser Versuch an den Positivbildern, die ich mir von den mir freundlichst von Köhler geliehenen Originalplatten der Figg. 1 und 4 jener Tafel habe herstellen lassen, so daß ich deswegen annehmen muß, daß bei der Anfertigung jener Tafelbilder doch nicht ganz ohne Retusche verfahren ist, wenn man auch anerkennen muß, daß dieselbe dabei äußerst geschickt gehandhabt wurde. Für eine solche Retusche spricht übrigens auch die in der ersten Abhandlung Köhlers enthaltene Angabe desselben, daß die Streifen in den Bildern seiner Tafel sogar deutlicher hervortreten als auf den Originalplatten selbst, wobei Köhler allerdings wohl meinte: als auf den zur Herstellung der Tafel eingelieferten Positivabdrücken.

Ganz sicher retuschiert ferner sind die Streifen an der in der Fig. 8 der Köhlerschen Tafel dargestellten Vergrößerung des Drahtschattens der Fig. 1 derselben; denn in dieser Figur wird die Deutlichkeit der Streifen durch den Windschen Abdeckungsversuch in keiner Weise beeinflußt, während ich diesen Versuch an dem mir vorliegenden Original des Bildes unter dem Mikroskop mit vollem Erfolge anstellen konnte, so daß ich jetzt — entgegen meiner früheren Ansicht, wo mir eben das Köhlersche Originalbild noch nicht zur Verfügung stand — zu der Auffassung gekommen bin, daß auch diese Streifen, ebenso wie die andern, in der Hauptsache eine Machsche optische Täuschung darstellen.

Schon nach dem bisher Angeführten konnte es nun meines Erachtens keinem Zweifel unterliegen, daß die fraglichen Randstreifen der Köhlerschen Bilder zwar in der Hauptsache eine Machsche Täuschung darstellen, daß aber allerdings die Deutlichkeit dieser Täuschung hier noch durch einen kleinen, an der betreffenden Stelle auftretenden, in demselben Sinne wirkenden tatsächlichen Helligkeitsunterschied vermehrt wird. Für die letztere Vermutung sprachen nämlich auch noch — außer den bereits angeführten Messungen Wagners — einige inzwischen von mir selbst angestellte ähnliche Messungen, für welche ein für diesen Zweck etwas umgebauter Martensscher Schwärzungsmesser benutzt wurde, und weiter auch der von Köhler selbst in seiner zweiten Abhandlung mitgeteilte Autotypieversuch, wenn man auch in diesem Falle wieder nicht ganz sicher ist, ob nicht dabei doch von der Reproduktionsanstalt

die Retusche zu Hilfe genommen wurde. Derartige Anstalten haben nämlich, wie ich aus mehrfacher Erfahrung weiß, für die Bedeutung einer wissenschaftlichen Aufnahme nicht das geringste Verständnis und scheuen selbst vor Veränderungen an der Originalplatte, wenn man so unvorsichtig ist, sie ihnen zu überliefern, nicht im mindesten zurück.

Noch ein weiterer Grund für die Annahme, daß bei den Köhlerschen Bildern außer der Machschen Täuschung noch ein besonderer Umstand mitwirken mußte, war für mich endlich die Tatsache, daß die Deutlichkeit der Streifen in diesen Bildern entschieden größer war als in meinen entsprechenden Aufnahmen, wobei allerdings von den meiner ersten Abhandlung beigegebenen Bildern nur die Figg. 6a und 6b in Frage kommen — und von diesen auch wieder nur der Rand des links darin befindlichen Wenjazitzylinders.

Somit beschloß ich denn, meine Untersuchungen über die fraglichen Streifen nochmals wieder aufzunehmen, zumal da dieselben inzwischen auch bereits von mehreren angesehenen theoretischen Physikern zum Gegenstand ihrer Spekulation gemacht worden waren.

Einesteils scheint nämlich v. Laue es für möglich zu halten, daß bei der Entstehung der Streifen eine Beugung der Röntgenstrahlen mitwirkt, da er nach Köhlers Mitteilung sich darüber dahin geäußert hat, daß „Walters Ansicht über die Entstehung der Streifen auf den Haga- und Windschen Beugungsaufnahmen keineswegs allgemein geteilt wird; auch stehe es fest, daß man aus diesen Aufnahmen einen recht guten Mittelwert für die Wellenlänge im kontinuierlichen Spektrum einer Röntgenröhre ableiten kann, nämlich 4.10^{-9} cm. Wären es Machsche Streifen, so wäre das doch ein höchst merkwürdiger Zufall". Hierzu ist indessen zu bemerken, daß die Beugungsaufnahmen nach Haga und Wind überhaupt keine solchen Streifen, wie sie hier in Frage stehen, zeigen; dazu handelt es sich nämlich bei jenen Aufnahmen um viel zu schmale Bilder — ihre Breite beträgt nur etwa 0,01 mm — und daß deshalb auch die Röntgenstrahlenwellenlänge von $4{,}10^{-9}$ cm, die Sommerfeld aus der mikrophotometrischen Ausmessung einer solchen, von R. Pohl und mir stammenden Aufnahme (s. Annalen der Physik, Bd. 29, S. 331, 1909, und Bd. 38, S. 473, 1912) abgeleitet hat, nicht aus dem Auftreten irgendwelcher heller oder dunkler Streifen, sondern aus ganz andern Erscheinungen gefolgert wurde. Diejenigen Beugungsaufnahmen andererseits, in denen solche Streifen auftraten, und von denen in meiner ersten Abhandlung kurz die Rede war, waren viel älteren Datums als die Haga- und Windschen; sie wurden nämlich schon 1896 von Fomm u. a. angestellt; und es wurden dabei auch im Gegensatz zu denen von Haga und Wind viel weitere Spalte — von der Größenordnung eines Millimeters — verwendet. Dementsprechend waren denn auch die Wellenlängen, welche jene Beobachter aus ihren Aufnahmen ableiteten, zum Teil sogar größer als diejenigen des gewöhnlichen Lichtes, so daß jene Streifen sich schon dadurch verdächtig machten. Tatsächlich wurde denn auch schon im Jahre 1897 zuerst von A. Voller und mir darauf hingewiesen, daß es sich bei jenen Streifen keinesfalls um eine Beugungserscheinung handeln könne, und ein Jahr später lehrte dann auch C. H. Wind die wirkliche Ursache jener Streifen kennen, indem er sie eben als eine optische Täuschung nachwies. Von einem merkwürdigen Zufall zwischen dem Auftreten dieser Streifen und der Richtigkeit der daraus berechneten Größe der Wellenlänge der Röntgenstrahlen kann demnach keine Rede sein.

Weiter hat dann kürzlich A. Einstein in den Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (Bd. 20, S. 86, 1918) die Vermutung geäußert, daß die Köhlerschen Streifen möglicherweise auf Totalreflexion der Röntgenstrahlen in den fraglichen Randteilen des aufgenommenen Organs zustande kommen. Alle diese Erklärungen der Streifen durch Beugung, Interferenz, Totalreflexion u. dgl. entfallen indessen meines Erachtens schon deswegen, weil dann in der Nähe des hellen Streifens in den Köhlerschen Bildern stets auch ein dunkler auftreten müßte; denn alle jene Erscheinungen bewirken doch niemals allein eine Verstärkung eines Teiles der Strahlung, und es müßte daher in diesem Falle der Verstärkung der Strahlung an der fraglichen Stelle des Bildes stets eine Abschwächung desselben an einer andern Stelle entsprechen. Ferner aber erübrigen sich alle jene Erklärungen hier auch noch

deswegen, weil sich auch der reelle Teil der Köhlerschen Streifen, wie ich nunmehr noch zeigen zu können glaube, sehr einfach in anderer Weise erklärt.

Bei Wiederaufnahme meiner diesbezüglichen Versuche bat ich zunächst Köhler um leihweise Überlassung einiger seiner Originalplatten, worauf mir derselbe in dankenswertester Weise diejenigen der Figg. 1 und 4 seiner Tafel übersandte. Die genaue Besichtigung einiger dieser Platten schien mir nämlich zunächst schon deswegen nötig, weil ich es nicht für unmöglich hielt, daß Köhler zwecks besserer Wiedergabe seiner Bilder die Originale selbst der Reproduktionsanstalt eingesandt hatte, und daß diese dann zur Erreichung größerer Deutlichkeit bei der Wiedergabe der Streifen durch Retusche nachgeholfen hatte. Die genannten Platten zeigten jedoch keine Spur davon; immerhin ist aber deswegen natürlich noch nicht gesagt, daß nicht bei den der ersten Köhlerschen Abhandlung beigegebenen Reproduktionen derselben doch etwas retuschiert worden ist; ja, ich glaube sogar schon oben wahrscheinlich gemacht zu haben, daß dies tatsächlich der Fall war, wenn diese Retusche auch sehr geschickt gehandhabt wurde.

Sodann verglich ich die Köhlerschen Originalaufnahmen mit mehreren früher von mir selbst hergestellten ähnlichen Bildern. Dabei zeigte sich nun die bemerkenswerte Tatsache, daß in den ersteren die von dem aufgenommenen Organ bedeckten Teile der Platte erheblich viel stärker geschwärzt waren als in den letzteren, während die nicht bedeckten Teile der Platten sich in bezug auf Schwärzung nur wenig voneinander unterschieden. Mit anderen Worten: die Köhlerschen Bilder waren in bezug auf die Darstellung des Gegensatzes zwischen freier Platte und Organschatten viel weniger kontrastreich als die meinigen. Auf diese geringen Kontraste seiner Bilder hat übrigens auch bereits Köhler selbst in seiner ersten Mitteilung hingewiesen und daraus den Schluß gezogen, daß die Härte der dabei benutzten Röntgenröhre erheblich größer gewesen sei, als beabsichtigt wurde, obgleich die Röhre nach ihrem Aussehen und der Angabe des Milliamperemeters die richtige Weichheit gehabt zu haben schien. Auch in seiner zweiten Abhandlung betont Köhler wieder, „daß neue Röntgenröhren in sehr hartem Zustande die Streifen am deutlichsten hervorbrachten. Wenn aber dann eine solche Röhre mit Absicht hart gemacht oder die Strahlung durch dicke Aluminiumfilter gehärtet wurde blieb die Erscheinung aus".

Den letzten Teil dieser Bemerkungen Köhlers kann ich übrigens in jeder Hinsicht bestätigen; denn auch mir gelang es trotz Anwendung größter Röhrenhärte und gleichzeitiger Benutzung eines 3 mm dicken Aluminiumfilters nicht, die Erscheinung wesentlich deutlicher zu erhalten als mit einer Röhre von solcher Härte, wie sie für derartige Aufnahmen gewöhnlich benutzt wird.

Zur Bestätigung dieser Angaben sind in den Figg. 2 und 3 der dieser Abhandlung beigegebenen Tafel IX zwei solche mit möglichst verschiedener Strahlenhärte gemachte Aufnahmen wiedergegeben; und zwar ist die Fig. 2 mit einer Röhre von der Härte 5—6 W und natürlich ohne Filter, die Fig. 3 dagegen mit einer solchen von der Härte 7—8 W und gleichzeitiger Vorschaltung eines 3 mm dicken Aluminiumfilters hergestellt. Als aufzunehmender Gegenstand diente der schon in meiner ersten Mitteilung erwähnte Wenjazitzylinder von 6 cm Durchmesser, der hier, um ihn den Köhlerschen Organen noch ähnlicher zu machen, längs seiner Achse mit einer Durchbohrung von 15 mm Durchmesser versehen war, die zum Teil mit einem zylindrischen Stück Hirschhorn ausgefüllt war, das seinerseits wieder längs seiner Achse eine ebenfalls zylindrische Durchbohrung von 5 mm Durchmesser hatte, wie ja auch die Aufnahmen zeigen. Der ganze Körper stellte also gewissermaßen eine „künstliche Extremität" mit einem Stück Röhrenknochen und einem Stück Luftraum längs seiner Achse dar.

Zum besseren Vergleich der Deutlichkeit der Randstreifen an diesen und den weiter unten noch zu beschreibenden Aufnahmen dieses Körpers mit denjenigen der Köhlerschen Bilder habe ich ferner von diesen die Fig. 4 der Tafel der ersten Köhlerschen Abhandlung (siehe Fortschr. Bd. 24, S. 236 und Tafel XIV) hier in der Fig. 1 der meinigen nochmals wiedergeben lassen, da es nämlich für solchen Vergleich sehr wichtig ist, daß alle Bilder in der

gleichen Weise reproduziert sind, die meinigen aber leider in der damaligen Reproduktionsweise nicht wiedergegeben werden konnten, da diese ja in dieser Zeitschrift jetzt nicht mehr zur Verwendung kommt. Die Figuren meiner Tafel sind sämtlich nach positiven Papierabdrücken hergestellt, die hier im Institut in möglichst gleicher Weise von den Originalplatten gemacht waren, und für die Reproduktionsanstalt wurde ausdrücklich die Weisung ausgegeben, daß eine Retusche bei den Bildern unter keinen Umständen verwendet werden dürfe.

Der Vergleich der beiden Figg. 2 und 3 mit der Fig. 1 zeigt nun, daß, soweit wenigstens die Kontraste zwischen Hintergrund und Weichteilschatten in Frage kommen, tatsächlich die mit harten Strahlen erhaltene Fig. 3 der Köhlerschen Fig. 1 entschieden viel ähnlicher ist als die Fig. 2, daß aber trotzdem die Deutlichkeit des Randstreifens in der Fig. 3 doch noch nicht viel größer ist als in der Fig. 2 und jedenfalls derjenigen in der Fig. 1 erheblich nachsteht.

Im übrigen unterscheiden sich nun aber die Figg. 1 und 3 auch noch in einer andern, sehr bemerkenswerten Weise: denn wenn auch der Kontrast zwischen Hintergrund und Weichteilschatten in beiden Bildern annähernd der gleiche ist, so ist doch derjenige zwischen Weichteilschatten und Knochenschatten in Fig. 1 entschieden viel größer als in Fig. 3, ja in ersterer sogar von derselben Größe wie in Fig. 2. Aus diesem Grunde schien mir denn auch der von Köhler lediglich aus der Kontrastlosigkeit zwischen dem Hintergrund und den Weichteilschatten seiner Bilder gezogene Schluß, daß dieselben mit überharter Röhre hergestellt seien, nicht gerechtfertigt, zumal er selbst angibt, daß das Milliamperemeter bei der Aufnahme durchaus regelmäßig ausschlug. Auch hätte sich eine solche überharte Röhre ja schon von vornherein durch ein sehr starkes Funkensprühen an der Leitung verraten müssen, von dem Köhler jedoch nichts erwähnt.

Tatsächlich glaube ich denn auch durch die weiter unten folgenden Versuche und Überlegungen zeigen zu können, daß alle bisher genannten Eigentümlichkeiten der Köhlerschen Aufnahmen — und vor allem natürlich auch die hier hauptsächlich in Frage stehende, so besonders große Deutlichkeit der Randstreifen derselben — überhaupt nicht auf eine besondere Eigentümlichkeit der dabei benutzten Röntgenröhre und also auch nicht auf eine besonders große Härte derselben, sondern vielmehr auf eine Besonderheit der dabei benutzten photographischen Platte zurückzuführen sind. Alle jene Eigentümlichkeiten erklären sich nämlich, wie wir sehen werden, einfach als Solarisationserscheinungen und zwar genauer in der Weise, daß Köhler, der, wie wir weiter unten sehen werden, hierbei sowieso schon stets mit verhältnismäßig hohen Belichtungen arbeitete, bei den betreffenden Aufnahmen zufällig auch noch eine Platte von besonders leichter Solarisierbarkeit in die Hände geraten war, und daß dann die Belichtung der Platte in ihren vom Organ nicht bedeckten Teilen schon um ein bestimmtes, weiter unten näher anzugebendes Vielfaches über die ihrem Schwärzungsmaximum entsprechende hinausging.

Zunächst erklärt sich nämlich aus dieser Annahme auch schon jene oben erwähnte, scheinbar allen Regeln der Röntgentechnik widersprechende Tatsache, daß in den Köhlerschen Aufnahmen die geringen Kontraste zwischen den freien und den von Weichteilen beschatteten Gegenden der Platte auf eine harte, die großen Kontraste zwischen den Weichteil- und den Knochenschatten dagegen auf eine weiche Röhre deuten. Ein solches Bild muß sich nämlich unter der obigen Annahme tatsächlich bei Benutzung einer weichen Röntgenröhre ergeben; denn dann kann hinter den mittleren Teilen des aufgenommenen Organs, wo ja wegen der starken Absorption desselben nur ein geringer Teil der auffallenden Röntgenenergie zur Wirkung kommt, von Solarisationserscheinungen noch nicht die Rede sein, und es muß deshalb auch hier der volle Kontrast zwischen Knochen- und Weichteilschatten, wie er einer weichen Röntgenröhre entspricht, zur Geltung kommen. Dagegen wird dann der Kontrast zwischen den Weichteilschatten und den freien Teilen der Platte nur ein geringer werden, da wir uns ja hier im Gebiete des Schwärzungsmaximums der Platte befinden, ein Gebiet, das nämlich stets durch eine außerordentlich geringe Kontrastlosigkeit gekennzeichnet ist, so daß hier zwei Stellen



der Platte, von denen die eine mit doppeltsogroßer Röntgenenergie bestrahlt wurde wie die andere, hinsichtlich ihrer Schwärzung im Entwickler oft kaum voneinander zu unterscheiden sind.

Darum ist also auch der Schluß, welchen Köhler aus der genannten Kontrastlosigkeit seiner diesbezüglichen Bilder auf die besonders große Härte der dabei benutzten Röntgenröhre gezogen hat, nicht nötig; und er ist hier auch um so weniger angebracht, als er nach Köhlers eigenen Angaben weder durch das Aussehen der Röhre noch auch durch die Angaben des Milliamperemeters bestätigt wird.

Was aber sodann unser eigentliches Thema, d. h. also die besonders große Deutlichkeit der Randstreifen in den Köhlerschen Aufnahmen anbetrifft, so erklärt sich nun auch diese nach unserer obigen Annahme in sehr einfacher Weise. Zu diesem Zwecke brauche ich nämlich nur daran zu erinnern, daß ich in meiner ersten Mitteilung über diesen Gegenstand sowohl durch ausführliche theoretische Erörterungen als auch durch eine Reihe von Versuchen den Beweis erbracht habe, daß in dem normalen Röntgenbild eines der hier vorliegenden, mehr oder weniger zylindrischen Organe die Machsche Täuschung am Rande derselben deswegen nur verhältnismäßig schwach auftritt, weil wegen der in den betreffenden Randteilen stattfindenden sehr schnellen Zunahme der Dicke der absorbierenden Schicht die Kontraste in den betreffenden Teilen des Bildes ganz besonders stark sind, diese Kontraste aber dem Auftreten jener Täuschung nicht förderlich, sondern vielmehr hinderlich sind. Die Machsche Täuschung ist nämlich keine Kontrasterscheinung, sondern wird vielmehr gerade im Gegenteil durch Einführung eines Kontrastes an der betreffenden Stelle mehr oder weniger vollständig aufgehoben, wie ich a. a. O. auch durch mehrere Versuche gezeigt habe, und wie ja übrigens auch besonders überzeugend durch den Windschen Abdeckungsversuch selbst bewiesen wird, denn bei diesem wird ja die Täuschung grade dadurch aufgehoben, daß man an der betreffenden Stelle einen Kontrast im Bilde einführt.

Darum habe ich mich denn auch bei den für meine erste Abhandlung angestellten Versuchen auf verschiedene Weise, z. B. durch Anwendung einer härteren Röhre sowie auch durch Herstellung unscharfer Bilder, bemüht, die Kontraste in der Abbildung der Randteile meines Wenjazitzylinders zu mildern, ohne dabei allerdings die große Deutlichkeit der Köhlerschen Streifen zu erreichen. Ein viel radikaleres Mittel, jene großen Kontraste zu mildern, besteht nun aber, wie uns eben die Köhlerschen Aufnahmen lehren, in der Zuhilfenahme der Solarisation in diesem Falle, zumal da dann zu der an der fraglichen Stelle auftretenden Machschen Täuschung auch noch ein in demselben Sinne wirkender wirklicher Helligkeitsunterschied hinzukommt, so daß also dann hier tatsächlich genau diejenigen Verhältnisse vorliegen, wie wir sie nach den bereits oben im Anschluß an die eingangs erwähnten Messungen Wagners gemachten Bemerkungen anzunehmen genötigt waren.

Um dies noch etwas näher auszuführen, nehmen wir an, daß wir es mit einer homogenen Röntgenstrahlung von der Härte 5—6 W zu tun haben, deren Halbwertschicht h in den körderlichen Weichteilen etwa 1 cm beträgt. In der folgenden Tabelle I ist dann für einen Weichteilzylinder von 6 cm Durchmesser, wie er etwa den von Köhler durchleuchteten Organen entspricht, zunächst die Weichteildicke d angegeben, welche der Entfernung δ vom Rande desselben entspricht und ferner auch die entsprechende, nach der bekannten Formel $J = 100\, e^{-\alpha d}$ berechnete Intensität der durch Absorption in der betreffenden Dicke d geschwächten Strahlung, wo also $\alpha = \frac{0.693}{h}$ der Absorptionskoeffizient derselben ist.

Tabelle I.

Intensität J der Röntgenstrahlung von der Härte 6 W hinter einem Weichteilzylinder von 6 cm Durchmesser.

Es ist für $\delta =$	0.0	0.4	1	2	3	4	5	7	10	20	30	mm
$d =$	0.0	0.98	1.54	2.15	2.62	2.99	3.32	3.85	4.47	5.66	6.00	cm
$J = 100\, e^{-\alpha d} =$	100	50.8	34.4	22.5	16.4	12.6	10.0	7.0	4.5	2.0	1.6	—

Der Verlauf der Intensität J der Strahlung in der Nähe der Randteile unseres Zylinders ist ferner auch durch die ausgezogene Kurve *a* der Fig. 1 des Textes in $^2/_3$ der natürlichen Größe dargestellt, wobei der links von der vertikalen Mittellinie der Figur gelegene Teil der Kurve den freien Teilen der Platte und der rechts davon liegende, steil abfallende Teil dem Schatten des Organs entspricht.

Man sieht, daß der Abfall der Intensität hier ein ganz enormer ist; denn dieselbe beträgt z. B. in 1 mm Entfernung vom Rande nach der Tabelle I nur noch 34 $^0/_0$ von der der freien Strahlung. Dieser steile Abfall rührt natürlich daher, daß die Dicke *d* der absorbierenden Schicht hier vom Rande aus sehr schnell zunimmt; denn in $\delta = 1$ mm Abstand davon z. B. beträgt sie nach der Tabelle I schon 1,54 cm.

Bei normal belichteter Platte, wie sie z. B. der Fig. 2 unserer Tafel zugrunde liegt, wird nun die Helligkeit im Positivbilde für die hier betrachteten Randteile unseres Organs ungefähr ebenso verlaufen wie die Kurve *a* der Fig. 1; denn dann ist ja diese Helligkeit annähernd der Intensität der einfallenden Strahlung proportional. Belichtet man dagegen die Platte so lange, daß man für ihre freien Teile die Solarisationsgrenze bereits überschritten hat, und daß also das Maximum der Schwärzung nicht für die freie Intensität, sondern etwa für eine solche eintritt, die nur 50 $^0/_0$ davon beträgt, so wird die größte Helligkeit nicht mehr in den freien Teilen des Bildes auftreten, sondern vielmehr hinter dem schattenwerfenden Zylinder und zwar in dem genannten Falle nach Tabelle I in einer Entfernung von 0,4 mm vom Rande, so daß also dann der Verlauf der Helligkeit für diese Teile des Bildes etwa durch die ausgezogene Kurve der Fig. 1 b dargestellt werden kann. Dabei muß nämlich hier der Abfall der Kurve von ihrem Maximum aus nach links, d. h. also nach der freien Seite des Bildes hin — trotz der solarisierenden Belichtungsart — doch ziemlich steil sein, da er sich schon innerhalb eines halben Millimeters vollzieht, derjenige nach der anderen Seite hin dagegen wird — eben wegen der genannten Belichtungsart — ein ganz allmählicher und jedenfalls viel weniger steil sein als derjenige in den entsprechenden Teilen der Kurve *a* der Figur.

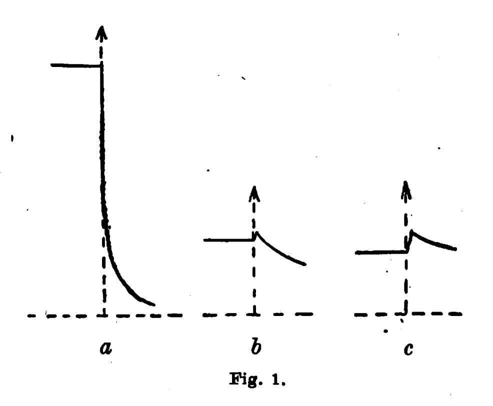


Fig. 1.

Ferner ist hier noch zu bemerken, daß die Kurve *b* der Fig. 1 eigentlich viel höher liegend hätte gezeichnet werden müssen als selbst die höchsten Teile der Kurve *a* derselben; denn bei *b* handelt es sich ja um Belichtungen, welche annähernd dem Maximum der Schwärzung entsprechen, während die Kurve *a*, wenn sie der Schwärzungskurve der Platte für normale Belichtung entsprechen soll, in allen ihren Teilen natürlich noch weit von jenem Maximum entfernt bleibt. Die Erniedrigung der Ordinaten der Kurve *b* gegenüber denjenigen von *a* ist hier also nur als der Raumersparnis wegen geschehen anzusehen.

Würde man ferner drittens die Belichtung noch weiter über die Solarisationsgrenze hinaus steigern, so wird dadurch im Positivbilde eine Verteilung der Helligkeit erzielt, wie sie etwa durch die Kurve *c* der Fig. 1 dargestellt ist, d. h. das Helligkeitsmaximum rückt noch weiter unter den Rand des Körpers in den Schatten desselben hinein; und, während die absolute Größe dieses Maximums natürlich dieselbe wie bei *b* bleibt — denn sie entspricht ja hier wie dort dem Maximum der von der Platte überhaupt zu erlangenden Schwärzung —, wird die Helligkeit in den freien Teilen des Bildes in der Kurve *c*, d. h. also links von der Mitte derselben, etwas geringer sein sein als in *b*, da ja im ersteren Falle die Grenze der Solarisation noch mehr überschritten wurde als im letzteren. Rechts von dem Maximum der Kurve *c* endlich wird der Helligkeitsabfall noch etwas weniger steil sein als der der Kurve *b*, da er ja Teile betrifft, die vom Rande des Organs weiter entfernt liegen, und für welche also

auch schon der Abfall der Intensität ein weniger steiler ist, wie ja die Kurve *a* der Figur zeigt.

Für das Auftreten der Machschen Täuschung in optimaler Größe sollte nun der Abfall der Helligkeit an dieser Stelle etwa derjenige der nebenstehenden Textfig. 2 sein; und man sieht deshalb, daß von den drei Kurven der Fig. 1 die Kurve *b* dieser Idealkurve zweifellos am nächsten kommt, zumal wenn man noch berücksichtigt, daß die kleine Zacke der Fig. 1b schon wegen der Unschärfe der Abbildung in Wirklichkeit stets erheblich flacher verlaufen wird, als es in der Zeichnung dargestellt ist.

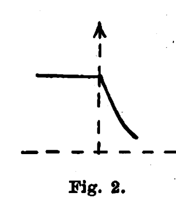


Fig. 2.

Gerade diese Verhältnisse liegen nun aber — nach den eingangs mitgeteilten Versuchen von Wagner und von Köhler selbst — bei den hier in Rede stehenden Aufnahmen des letzteren vor; und somit lehren uns also diese Bilder die bisher nicht bekannte Tatsache kennen, daß die Deutlichkeit der Machschen Täuschung durch ein an der Stelle des Knickes der Helligkeitskurve liegendes schwaches wirkliches Helligkeitsmaximum oder -minimum noch um ein ganz bedeutendes erhöht wird.

Wenn nun somit auch durch die obigen theoretischen Darlegungen die darin vorgetragene Erklärung der Köhlerschen Streifen schon ziemlich wahrscheinlich gemacht sein dürfte, so fehlt zur vollen Beweiskraft derselben doch offenbar noch 1. der Nachweis, daß die von Köhler benutzte Sorte photographischer Platten hinsichtlich ihrer Solarisierbarkeit durch Röntgenstrahlen ganz erhebliche Unterschiede zeigt; denn sonst hätte ja Köhler, da er im übrigen stets unter denselben Bedingungen arbeitete, die Erscheinung entweder stets oder nie erhalten müssen — und ferner vor allem 2. auch noch die künstliche Hervorrufung der Köhlerschen Streifen auf dem durch jene Erklärung angezeigten Wege.

Was nun zunächst den ersten Punkt, also die große Verschiedenheit verschiedener photographischer Platten hinsichtlich ihrer Solarisierbarkeit für Röntgenstrahlen, anbetrifft, so wurde diese Tatsache schon vor etwa zehn Jahren von mir entdeckt und auch in den Annalen der Physik (Bd. 27, S. 83, 1908) veröffentlicht. Damals richtete ich allerdings mein Augenmerk hauptsächlich nur auf die Unterschiede der Platten verschiedener Fabriken bzw. verschiedener Plattensorten einer und derselben Fabrik; jetzt dagegen galt es offenbar, auch noch den Nachweis zu erbringen, daß auch dieselbe Plattensorte einer und derselben Fabrik in der genannten Hinsicht sehr große Unterschiede zeigt; denn Köhler arbeitete ja nach seiner Angabe stets mit einfachen Schleußner- oder Matterplatten. Dieser Nachweis gelang nun in der Tat, wie die folgende Tabelle II lehrt, deren Zahlen sich nämlich sämtlich auf gewöhnliche Schleußnerplatten (Moment, Gelbetikett), aber natürlich auf solche aus Schachteln mit verschiedener Emulsionsnummer beziehen.

Tabelle II.

Die dem Schwärzungsmaximum entsprechende Röntgenbelichtung in Milliampereminuten für vier gewöhnliche Schleußnerplatten mit verschiedener Emulsionsnummer für die Röntgenhärten 6 und 8 *W*.

Emulsionsnummer		4872	5174	5295	5300	
Das Schwärzungsmaximum liegt für	6 *W* bei	64	300	440	480	Metermilliampereminuten
	8 *W* bei	32	76	550	220	

In der Tabelle ist für jede Plattensorte und für die beiden Röntgenröhrenhärten 6 und 8 *W* die dem Schwärzungsmaximum entsprechende „Röntgenbelichtung" in „Metermilliampereminuten" (M.M.A.M.) angegeben, d. h. diejenige Elektrizitätsmenge in Milliampereminuten, welche man bei der betreffenden Härte der Röntgenröhre durch die letztere zu schicken hat, um bei 1 m Abstand zwischen Brennfleck und Platte bei normaler Entwicklungsdauer der Platte jenes Maximum zu erhalten. Bezeichnen wir ferner allgemein den genannten Abstand mit a, die durch die Röhre geschickte Stromstärke mit i und die Expositionszeit mit t und rechnen wie

gewöhnlich a in cm, i in Milliampere und t in Sekunden, so ergibt sich jene Belichtung b durch die Formel

1) $$b = \frac{100^2 \cdot i \cdot t}{a^2 \cdot 60} \text{ Metermilliampereminuten.}$$

Die Zahlen der Tabelle II zeigen nun tatsächlich, daß die dem Schwärzungsmaximum entsprechende Belichtungszahl schon für diese vier hier untersuchten gewöhnlichen Schleußnerplatten zwischen 30 und 550 M. M. A. M. schwankt, so daß also auf diesem Gebiete Unterschiede auftreten, an die bisher wohl niemand gedacht hat.

Da nun ferner die im Jahre 1908 von mir untersuchte gewöhnliche Schleußnerplatte ihr Schwärzungsmaximum für die Röhrenhärte 6 W bei einer Belichtung von 350 M. M. A. M. hatte, so scheint also bei dieser Plattensorte eine Größe von 300—500 M. M. A. M. für diese Härte die normale und die Größe 64 M. M. A. M., welche die Platte mit der Emulsionsnummer 4872 in der Tabelle II. für diese Härte aufweist, ein Ausnahmefall zu sein, und eine solche Ausnahme dürfte nun eben auch bei den betreffenden Köhlerschen Aufnahmen vorgelegen haben. So wenigstens würde es sich dann ungezwungen erklären, daß Köhler derartige Aufnahmen nicht immer, sondern nur ausnahmsweise erhielt.

Um nun aber hierüber noch etwas Näheres zu erfahren, ist es nötig, die Größe der von Köhler bei seinen Aufnahmen angewandten Belichtung zu kennen. Zur Ermittelung dieser Größe nach der Formel 1 ist nun aber aus seinen Abhandlungen nur der Abstand a mit 35—45 cm zu entnehmen, dagegen findet sich nirgends eine Angabe über i und t, so daß ich deswegen brieflich anfragte. Ich erhielt folgende Antwort: „Die Belichtungszeit (mit Hochspannungsgleichrichter) hat 30 bis 40 Sekunden betragen und die Sekundär-Strombelastung 6—9 Milliampere, und zwar wahrscheinlich genau rund 6 M. A. Bei dem Härtegrad, mit dem ich diese Extremitätenaufnahmen vorzunehmen pflege und dem dabei immer benutzten Widerstandskontakt, pflegt die Belastung 9 M. A. zu betragen. Da, wie die Platten zeigen, die Strahlen härter gewesen sind als beabsichtigt war, wird die Belastung nur rund 6 M. A. betragen haben. Deshalb sind wohl auch Solarisation und sonstige Umkehrungserscheinungen auszuschließen, denn die tatsächliche Belichtungszeit kann höchstens das Doppelte bis allerhöchstens das Dreifache der Norm betragen haben, oder — und das ist bisher noch nicht bekannt — es müßten eben bei allerhärtesten Strahlen (nur um solche handelt es sich bei optimaler Streifenerscheinung) schon bei einfacher Extremitäten-Überbelichtung um das Doppelte bereits Umkehrungserscheinungen auftreten. Das wäre absolut neu und müßte erst an Hand von Experimenten bewiesen werden. Vor einem halben Jahr schrieb mir auch ein Röntgenolog auf einer Postkarte, er halte die Erscheinung für eine Solarisationserscheinung. Ihm habe ich das gleiche geantwortet."

Nun glaube ich aber schon oben zur Genüge bewiesen zu haben und werde übrigens auch weiter unten noch fernere Beweise dafür beibringen, daß die Annahme Köhlers, daß seine diesbezüglichen Aufnahmen mit einer extrem harten Röhre hergestellt seien, ein Irrtum ist, und daß seine Röhre vielmehr durchaus die normale Härte hatte; und somit werden wir denn auch die Röhrenbelastung in seinem Falle ruhig mit 9 M. A. ansetzen können. Rechnen wir ferner für die Expositionszeit das Doppelte der normalen, wie es ja Köhler selbst zugibt, also rund 70 Sekunden, so wird bei einem Abstand $a = 40$ cm die Belichtung b nach Formel 1) $= \frac{100^2 \cdot 9 \cdot 70}{40^2 \cdot 60} = 66$ M. M. A. M., d. h. also sogar schon etwas größer als diejenige, welche in Tabelle II für die Platte 4872 bei der für Extremitätenaufnahmen normalen Härte von 6 W als Beginn der Solarisation angegeben ist. Somit besteht also auch in dieser Hinsicht nicht die geringste Schwierigkeit, zur Erklärung der großen Deutlichkeit der Randstreifen in den Aufnahmen Köhlers die Mitwirkung der Solarisation anzunehmen[1]).

---

[1]) Nebenbei sei hier noch erwähnt, daß mir auch die von Köhler als normal bezeichnete Belichtung von 33 M. M. A. M. — oben im Text war ja der doppelte Wert dieser Größe angenommen — für die Herstellung derartiger Aufnahmen noch als unnötig hoch erscheint. Denn einesteils dürfte es — nach

Als letzten und überzeugendsten Beweisgrund für die Richtigkeit der oben vorgetragenen Theorie der Entstehung der Köhlerschen Streifen habe ich nun aber noch den Nachweis zu bringen, daß diese Streifen sich mit derselben Deutlichkeit, wie sie Köhler erhielt, auch auf dem durch jene Theorie angezeigten Wege, d. h. also durch eine Belichtung erhalten lassen, welche für die freien Teile der betreffenden Platte die dem Schwärzungsmaximum derselben entsprechende etwas übersteigt.

Dieser Nachweis ist mir nun tatsächlich gelungen, wie sich aus dem Vergleich der Figg. 4, 5 und 6 der dieser Abhandlung beigegebenen Tafel IX mit der in Fig. 1 derselben Tafel wiedergegebenen Köhlerschen Aufnahme, die auch von Köhler selbst als das beste seiner diesbezüglichen Bilder angesehen zu werden scheint, ergeben dürfte. Als Gegenstand diente bei der Herstellung meiner Bilder die oben beschriebene, schon in den Figg. 2 und 3 der Tafel mit normalen Belichtungen abgebildete „künstliche Extremität"; und es sei hier ferner auch gleich im voraus betont, daß zur Herstellung jener Aufnahmen 4—6 meiner Tafel stets dieselbe weiche und scharf zeichnende Röntgenröhre diente, welche auch für die Fig. 2 derselben benutzt worden war (Härte = 5—6 *W*, Fokusnummer 4—5 *W*), so daß also auch hierdurch die Annahme Köhlers, daß zur deutlichsten Erzeugung seiner Randstreifen unbedingt eine sehr harte Röhre notwendig sei, als hinfällig erwiesen wird.

Als photographische Platte für die Aufnahmen 4—6 ferner benutzte ich stets die Platte 4872 der Tabelle II, da bei dieser wegen ihrer leichteren Solarisierbarkeit die für diese Versuche ja sowieso schon ziemlich hohen Expositionszeiten natürlich erheblich niedriger waren als bei den anderen Plattensorten der Tabelle. Der Abstand der Platte vom Brennpunkt der Röhre betrug nämlich bei diesen meinen Aufnahmen — ebenso wie bei den Köhlerschen — etwa 40 cm.

Der aufzunehmende Körper war ferner im Falle der Figg. 4 und 5 so dicht wie möglich an die Platte herangerückt, so daß also der Abstand seiner in Frage kommenden Randteile von der empfindlichen Schicht dabei etwa 3 cm betrug. Bei der Aufnahme 6 dagegen betrug dieser Abstand etwa 10 cm; und dementsprechend ist denn auch der Köhlersche Streifen in der Fig. 6 ganz erheblich viel breiter geworden als in den Figg. 4 und 5. Seine Deutlichkeit scheint mir aber durch diese größere Unschärfe nicht verloren, sondern eher gewonnen zu haben.

Die Größe der Belichtung betrug bei den Figg. 4, 5 und 6 bzw. das 1.3-, das 1.8- und das 1.6-fache von der der Maximalschwärzung der genannten Platte unter den gegebenen Verhältnissen entsprechenden; und eine größere Reihe von Aufnahmen mit regelmäßig abgestufter Belichtungszahl zeigte auch, daß die Streifen unter diesen Umständen am deutlichsten auftraten. Ueberschritt man dagegen jene „Maximalbelichtung" b_m, wie ich sie kurz nennen will, um mehr als das Doppelte, so nahm das Aussehen der Bilder dasjenige der Fig. 7 der Tafel an, d. h. also ein ganz anderes als in den Figg. 4—6.

Während nämlich in diesen letzteren Aufnahmen der Randstreifen ebenso wie in den Köhlerschen Bildern mit äußerster Deutlichkeit auftritt und sich ferner auch hier wie dort durch den Windschen Abdeckungsversuch nahezu vollständig zum Verschwinden bringen läßt und sich eben damit größtenteils als optische Täuschung erweist, ist der Streifen als solcher in der Fig. 7 ganz verschwunden; denn man sieht hier nur eine breite, sich weit in den Schatten des Körpers hineinziehende und sich hier ganz allmählich verlierende Aufhellung des Bildes, die durch den

den zu der Tabelle II gemachten Bemerkungen — auch dann noch nicht ausgeschlossen sein, daß man dann gelegentlich noch in das Solarisationsgebiet der benutzten Platte gerät und dann eben in diagnostischer Hinsicht wenig brauchbare Bilder erhält — als solche bezeichnet ja auch Köhler selbst seine sämtlichen diesbezüglichen Aufnahmen —; und anderenteils liegt auch meines Erachtens ein Grund, in diesem Falle so hohe Belichtungen anzuwenden, überhaupt nicht vor. Wenigstens erhielt ich mit einer Röhre von der Härte 6 *W* bei Benutzung der nach der Tabelle II hierfür am schwersten solarisierenden Platte 5300 mit der Köhlerschen Belichtungszahl von 33 M. M. A. M. durchaus keine besseren Bilder meiner künstlichen Extremität als mit einer Belichtung von nur 5 M. M. A. M., sondern es war vielmehr eher das Umgekehrte der Fall. Und dabei war doch hier — nach den Zahlen der Tabelle II — die Größe der Belichtung auch im ersteren Falle noch weit von der Grenze der Solarisation entfernt.

Windschen Versuch so gut wie gar nicht beeinflußt wird und sich eben damit auch in ihrer ganzen Größe als eine wirkliche Aufhellung erweist. Dieselbe ist natürlich ausschließlich durch Solarisation hervorgerufen, indem eben die Belichtung der hier in Frage kommenden Teile der photographischen Platte der „Maximalbelichtung" b_m näher lag, als die der freien Teile der Platte, für welche ja b_m schon in ziemlich erheblichem Grade überschritten war.

Eine geringe Aufhellung dieser Art zeigt sich übrigens auch schon in der Fig. 5 neben dem hier noch recht deutlich sichtbaren Randstreifen; und tatsächlich hatte ja auch bei dieser Aufnahme von den drei Figg. 4—6 die Belichtung den größten Wert. Mit einer ähnlichen Erscheinung hatte es also offenbar auch Köhler zu tun, wenn er in seiner ersten Abhandlung über seine Streifen sagte, daß sie „anscheinend nicht außen, sondern innen entlang der Schattengrenze, also innerhalb des geometrischen Schattenbezirks verlaufen".

Fasse ich zum Schluß den wesentlichsten Inhalt dieser Abhandlung noch einmal kurz zusammen, so glaube ich darin nachgewiesen zu haben, daß die Randstreifen, welche an den von Köhler in der Tafel XIV, Band 24 dieser Fortschritte veröffentlichten Röntgenbildern wahrzunehmen sind, nur in der Hauptsache, nicht aber, wie ich in meiner ersten Abhandlung über diesen Gegenstand angenommen hatte, vollständig auf optische Täuschung im Sinne der von E. Mach entdeckten Täuschung dieser Art zurückzuführen sind, und daß ferner die so besonders große Deutlichkeit der fraglichen Streifen hier dadurch zustande kommt, daß zu der durch jene Täuschung bewirkten, scheinbaren Helligkeitserhöhung des Bildes an jener Stelle auch noch eine geringe wirkliche hinzukommt, die dadurch veranlaßt wird, daß die bei den betreffenden Aufnahmen benutzte photographische Platte in diesem Falle in ihren freien Teilen schon bis etwas über die ihrem Schwärzungsmaximum entsprechende Belichtung hinaus bestrahlt wurde, so daß demnach das wirkliche Schwärzungsmaximum im Bilde nicht wie sonst in den unbedeckten Teilen desselben, sondern vielmehr unter dem abgebildeten Organ — ein wenig vom Schattenrande desselben entfernt — zu liegen kam. Die ganze Erscheinung kann daher auch kurz als eine durch Solarisation unterstützte optische Täuschung bezeichnet werden.

Hamburg, Physikalisches Staatslaboratorium, im Oktober 1918.

Zur vergleichenden Röntgenphysiologie der Magenbewegung.

Von

Sanitätsrat Dr. **Kaestle,**

Vorstand des röntgenologisch-radiologischen Instituts vom Roten Kreuz, München.

Seitdem Cannon — vor etwa 22 Jahren — das Röntgenverfahren als erster zum Studium der Verdauungsbewegungen am Tiermagen benützte, hat die Entwicklung der normalen und pathologischen Röntgenphysiologie des menschlichen und tierischen Magens bewiesen, daß uns diese Methode wissenschaftlich und diagnostisch wertvolle Kenntnisse zu vermitteln imstande ist.

Die ersten Untersuchungen von Cannon und die späteren von Magnus[1]) geben von den Verdauungsbewegungen des Katzenmagens folgendes Bild:

„Nach der Fütterung füllt sich der Magen bis zum Pylorus. Im Pylorusteil setzen sehr bald die charakteristischen peristaltischen Wellen ein, die nicht von einem anatomisch fixen Punkt der Magenwand ihren Ursprung nehmen, sondern mit fortschreitender Entleerung ihren Ursprung immer mehr nach dem Fundusteil verlegen."

„Diese Wellen schließen das Lumen des Magens nicht ab und höchstens kurz vor dem Pylorus sieht man gelegentlich, daß die peristaltischen Wellen einen Teil des Mageninhaltes vollständig abschnüren. Zum Auftreten eines typischen Sphinkter antri pylorici, einer Abschnürung der Magenmitte, kommt es nach Verfütterung von reinem Kohlehydrat, Eiweiß oder Fett niemals."



Eine andere Schilderung der Verdauungsbewegungen gaben Hofmeister und Schütz auf Grund ihrer Beobachtungen am ausgeschnittenen Hundemagen, Openchovski auf Grund seiner vivisektorischen Beobachtungen am Hundemagen in situ.

Das Hervorstechendste an diesen Schilderungen ist die Annahme einer rhythmisch auftretenden völligen räumlichen Zweiteilung des Magens während der Verdauung durch einen scharf lokalisierten Sphinkter antri pylorici. Das Antrum pylori galt hier als wohlcharakterisiertes anatomisches Gebilde mit ausgesprochener Eigenart seiner Bewegungsvorgänge, die wesentlich nicht Peristaltik, sondern Pump- und Saugbewegungen durch konzentrische Kontraktion und Wiedererschlaffung sein sollten.

Diese Mitteilungen gewannen besonderes Interesse dadurch, daß Kaufmann und Holzknecht auf Grund ihrer Leuchtschirmuntersuchungen die Vorgänge am Menschenmagen als denen des Hundemagens ähnlich schilderten, eine ähnliche Nomenklatur benützten und für die Vorgänge ähnliche anatomische Grundlagen annahmen. Indem sie die Auffassung von Hofmeister und Schütz bestätigten, fanden sie in deren Versuchsergebnissen eine Erklärung ihrer eigenen Schirmbeobachtungen.

Die Auffassung von Kaufmann und Holzknecht galt unbestritten, bis sie durch die Ergebnisse der bioröntgenographischen Untersuchungen von Kaestle, Rieder und Rosenthal für den Menschen widerlegt wurde. Die Leuchtschirmuntersuchung hatte also für die menschliche Magenbewegung zu Irrtümern geführt. Stütze und Erklärung dieser Irrtümer fand man in „exakten" — aber unter abnormen Bedingungen gewonnenen — Hundeversuchen. So mochten wohl die Ergebnisse dieser Hundeversuche für normale Verhältnisse keine Geltung haben, Kunstprodukte sein. Weil ich dies für wahrscheinlich hielt, untersuchte ich die Bewegung des verdauenden Hundemagens bioröntgenographisch.

Ich benützte dazu die in Nr. 7 1913 der Münchner Medizinischen Wochenschrift beschriebene Vorrichtung zu Serienaufnahmen der Magenbewegung von liegenden Menschen und Versuchstieren.

Die Tierversuche wurden im Januar und Februar 1913 durchgeführt. Als Versuchshund diente mir ein gesunder Schnauzer von 8800 g Gewicht, 45 cm Länge und 40 cm Schulterhöhe. Das Tier lag mit Brust und Bauch über der Blendenöffnung des Aufnahmeapparates, den Kopf zwischen den nach vorn gestreckten Vorderpfoten auf die Blende über der Aufnahmefläche gedrückt, auf den in Hüfte und Knie gebeugten Hinterbeinen sitzend. Fast mit verhaltenem Atem ließ das Tier den Aufnahmevorgang über sich ergehen.

Das Kontrastfutter bestand bei den verschiedenen Versuchen aus weicher Leberwurst, der bald Zirkonoxyd, bald Thoroxyd, bald Bariumsulfat zugemischt war; es wurde gern, ja selbst mit Gier gefressen.

In kürzester Expositionszeit wurden Bilder von vollendeter Klarheit und Schärfe erzielt. Die Ergebnisse vielfacher Untersuchungen bestätigten einander.

Deutlicher als an den uns im allgemeinen geläufigen Magenbildern stehender Menschen unterscheidet sich am Hundemagen proximaler, weiter, ballonförmiger Teil vom distalen, engen, mehr röhrenförmigen. Hunde- und Katzenmagen ähneln sich weitgehend.

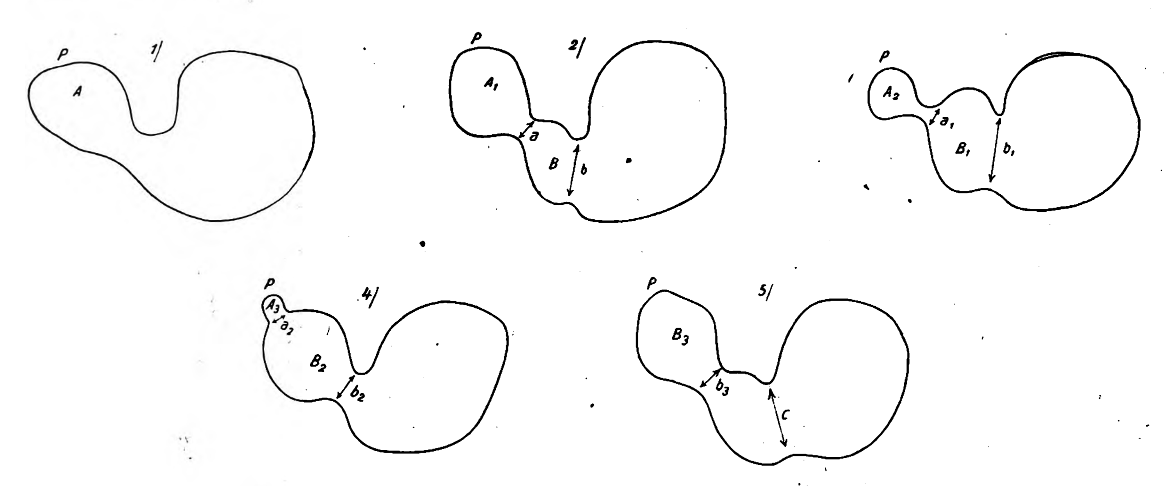
Zur Darstellung der Bewegungsvorgänge des Hundemagens wurden zahlreiche Serien von Bioröntgenogrammen unter verschiedenen Versuchsbedingungen aufgenommen, je 9 Aufnahmen in 9 bis 22 Sekunden.

Der Magen verhielt sich zu verschiedenen Zeiten verschieden. Einige Male füllte er sich zunächst nur in seinem bis etwa zum Angulus reichenden Teil; er hatte das Aussehen eines länglichen, aufrechtstehenden Ballons. Die ganze Regio pylorica war kontrahiert, ungefüllt, unsichtbar. Man beobachtete zunächst am Magenkörper keine Peristaltik. Dann allmählich machten sich Tonusschwankungen bemerkbar und die Regio pylorica begann sich

[1]) Verhandl. d. d. Kongr. für innere Med. Wiesbaden 16—19. IV. 1912.

zu entfalten. Nach einiger Zeit war der Magen ganz gefüllt, zeigte aber noch wenig Bewegung. Die Regio pylorica erschien in Form einer dem Magenkörper angesetzten nach rechts oben verlaufenden Röhre. Dann setzten regelrechte Peristolen ein, wie sie zu anderen Zeiten, — bei späteren Versuchen unter sonst gleichen Bedingungen — schon kurze Zeit nach Einnahme des Kontrastfutters zu beobachten waren.

5 Bilder aus einem Bewegungsablauf zeigt Serie I vom 25. I. 1913, abends 8 Uhr, aufgenommen am Schluß eines Hungertages.



Hundemagen Serie I.

5 Einzelphasen aus einer in 12 Sekunden abgelaufenen Peristole.

P = Pylorus,
a—a_2 Ringwelle im Ablauf,
ebenso b—b_3,
A—A_3 Veränderung der Regio pylorica (Antrale Formation),
ebenso B—B_3.

Die Bilder bedürfen kaum einer ausführlichen Erklärung. Auf Bild 2 sehen wir auf seiten der kleinen Kurvatur am Angulus die Anlage einer Doppeleinschnürung, der eine ebensolche auf seiten der großen Kurvatur entspricht, die Profile zweier Ringwellen a und b. Die Ringwelle a ist in Bild 3 gegen den Pylorus weitergewandert. Der präpylorische Magenteil (A) ist dadurch und durch gleichzeitige Kontraktion der Wände kleiner geworden; der Pylorus (P) blieb während dieser ganzen Serie geschlossen. Der Inhalt von (A) mußte sich also rückwärts entleeren nach B. Die Ringwelle b hat sich in der gleichen Zeit vertieft und den Magenteil B vom Hauptmagen abgegrenzt. Bild 4 zeigt die Ringwelle a_2 dem Pylorus (P) sehr nahe gerückt. Der mit A—A_3 bezeichnete Magenteil ist fast verstrichen, während der mit B_2 bezeichnete, von den Ringwellen $a_2\, b_2$ begrenzte, Teil Form und Funktion von (A) auf Bild 1 anzunehmen im Begriffe ist. Auf Bild 5 ist Pylorus (P) und Ringwelle (a_2) eins geworden. B_3 ist an Stelle von A gerückt und das mit Bild 2 begonnene über Bild 3 und 4 weiter verlaufende Spiel beginnt mit Bild 5 aufs neue.

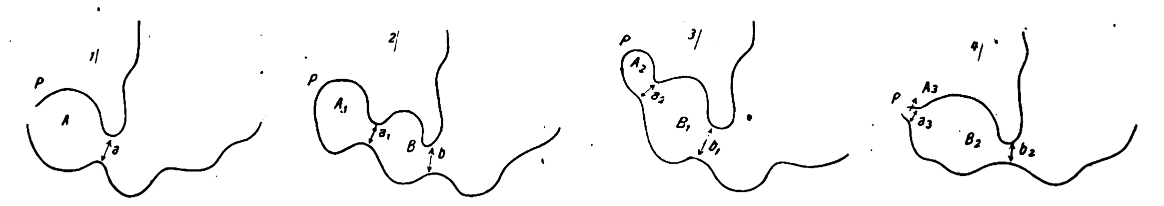
B_3 Bild 5 = A und A_1 Bild 1 und 2,
b_3 Bild 5 = a Bild 2,
c Bild 5 = b Bild 2.

In Worten gefaßt sagen die Bilder:

Während einer in 12 Sekunden ablaufenden Peristole wandert eine am Übergang des Magenkörpers in den präpylorischen Magenteil entstehende Ringwelle pyloruswärts. Gleichzeitig kontrahiert sich der präpylorische Magenteil. Zu einer Abschnürung des präpylorischen Magenteils vom Magenkörper kommt es nicht. Noch während des Ablaufs dieser Ringwelle

über den pylorischen Magenteil gegen den Pylorus bildet sich eine 2. Ringwelle etwa an der Entstehungsstelle der ersten und wiederholt deren Spiel.

Am Magenkörper vollziehen sich in der gleichen Zeit geringe Formveränderungen. Ein präformiertes Antrum pylori, ein streng lokalisierter Sphinkter antri mit rhythmischem Abschluß eines Antrums vom Magenkörper ist auf diesen Bildern nicht zur Darstellung gekommen. Auf verschiedenen Serien beginnen die Wellen nicht immer an derselben Stelle, sondern bald mehr pylorus- bald mehr kardiawärts. Der präpylorische Magenteil entleert sich nicht nach dem Mechanismus einer einfachen Druckpumpe und füllt sich nicht nach dem einer einfachen Saugpumpe. Die Entleerungsbewegung ist Peristaltik, begleitet von Tonusschwankungen der Magenwand.

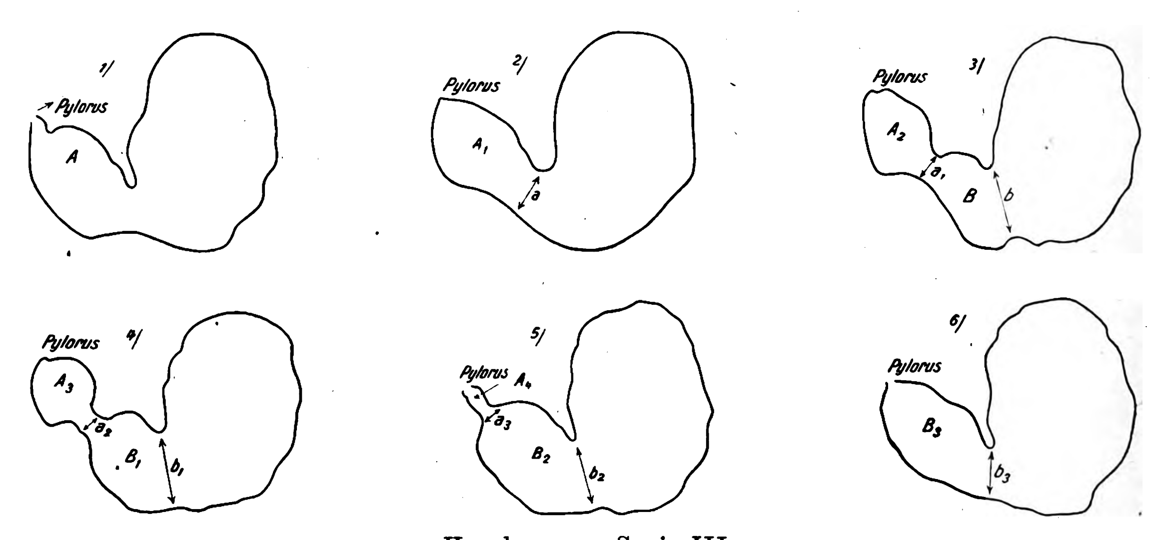


Hundemagen Serie II.
4 Phasen aus einer Peristole in 11 Sekunden.
a—a_3 Ringwelle im Ablauf,
b—b_2 2te Ringwelle,
A—A_3 Antrale Magenveränderung,
P = Pylorus.

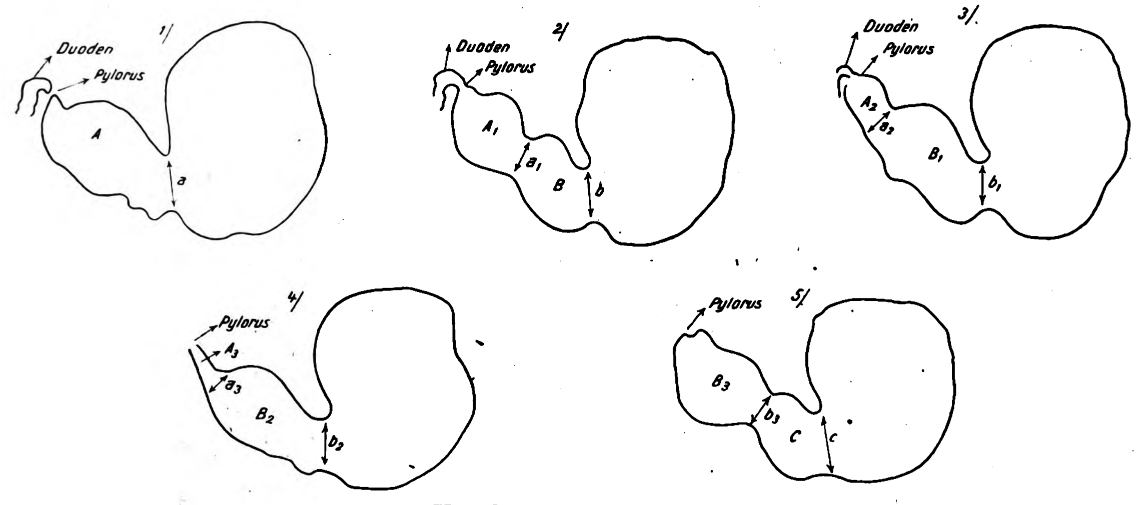
Serie II zeigt 4 Bilder aus einem anderen Bewegungsablauf des Magens des gleichen Hundes.

Die Bewegungsabläufe der Serien I und II gleichen sich prinzipiell.

Also wiederum: kein präformiertes Antrum, kein lokalisierter Sphinkter; sondern Peristaltik und Tonusschwankungen, besonders ausgiebig am muskelstarken pylorischen Magenteil, schwach am muskelschwächeren Magenkörper.



Hundemagen Serie III.
6 Einzelphasen aus einer Peristole.
A—A_4 Veränderungen des präpylorischen Magenteils.
In Bild 6 ist B_3 = A in Bild 1.
b—b_3 = Angulus bzw. Incisura angularis.



Hundemagen Serie IV.
5 Phasen aus einer Peristole.
a—a_3 Ringwelle in ihrem Ablauf bis zum Pylorus,
b—b_3 } Ringwellen,
c
A (Bild 1) wird zu B_3 (Bild 5),
B (Bild 2) wird zu C (Bild 5).

In gleicher Weise veranschaulicht Serie III die Vorgänge. Die Bilder verstehen sich nach dem bisher Gesagten von selbst. Das gleiche gilt von den 5 Bildern der Serie IV. Und ähnlicher Serien liegen mir eine große Anzahl vor. Immer vollziehen sich die Bewegungsvorgänge so, daß am kardiaseitigen Magenteil und Magenkörper Tonusschwankungen und wenig effektvolle, seichte Peristaltik ablaufen, während am pylorischen Magenteil Tonusschwankungen und Peristaltik lebhaft und kräftig, Wellenberge und Wellentäler ausgeprägt sind. Dabei kann ein kurzes präpylorisches Magenstück zeitweise Zylinder- bzw. Röhrenform annehmen.

Unmittelbar nach Beendigung einer Mahlzeit kann kräftige Gesamtkontraktion des Magens bestehen, so daß eine jetzt neu aufgenommene Mahlzeit nur langsam den Magen entfaltet und in tiefere Magenteile vordringt.

Auch beim Hundemagen gibt es Peristolen, während deren der Pylorus sich nicht öffnet; das Ergebnis solcher Peristolen besteht dann nur in der Mischung des Mageninhaltes; die Vorgänge an der Magenwand bleiben bei offenem und geschlossenem Pylorus prinzipiell gleich.

Ebensowenig wie ich am Hundemagen ein Antrum pylori und einen Sphinkter antri bioröntgenographisch feststellen konnte, waren Ellenberger und Scheunert in der Lage, einen Sphinkter antri pylori anatomisch und histologisch nachzuweisen. (Ellenberger und Scheunert, Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haustiere, Paul Parey — Berlin 1910.) Also dasselbe, was Magnus vom Katzenmagen sagte.

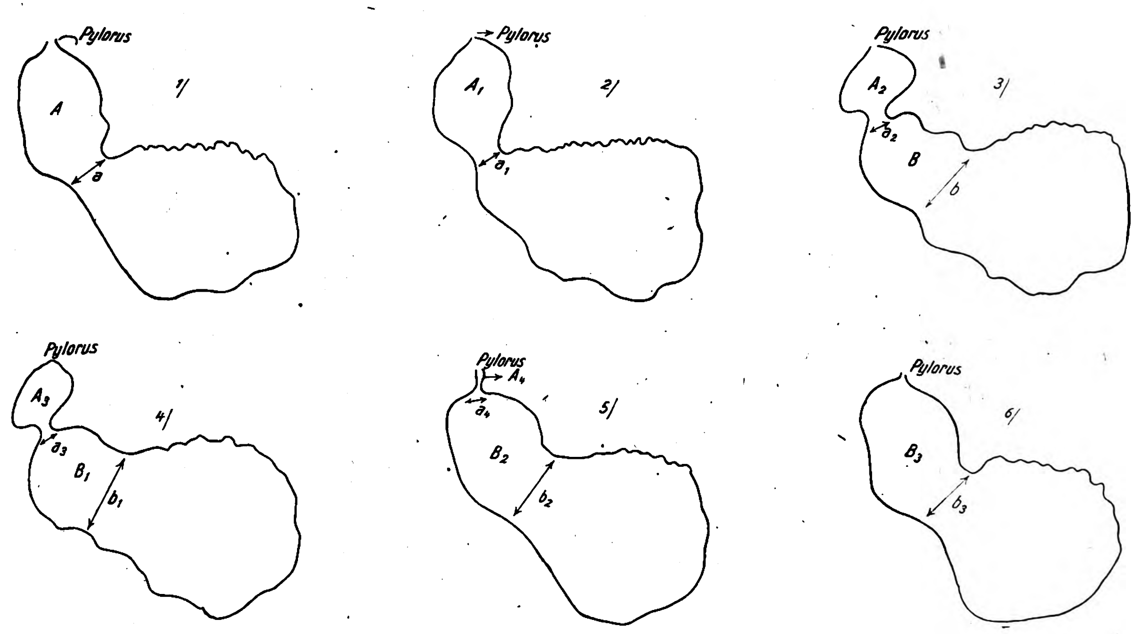
Um zu untersuchen, wie sich der mit dem beschriebenen Kontrastfutter gefüllte Hundemagen verhält, wenn Wasser nachgetrunken wird, nahm ich eine Serie von 6 Bildern in 13 Sekunden auf.

Nach den Untersuchungen von Conheim entleert sich die auf gefüllten Magen getrunkene Flüssigkeit, ohne sich mit dem übrigen Mageninhalt nennenswert zu mischen, ohne ihn auszuspülen, fast rein, durch eine Rinne auf seiten der kleinen Kurvatur, die Mageneingang und Antrum pylori bzw. Pylorus verbinde. Meine Serie stellt die Verhältnisse anders dar.

Etwa $^3/_4$ Stunden nach Einnahme der Kontrastleberwurst trank der Hund Wasser. Durch das Wasser wurde der Hauptmagen gedehnt, der vorhandene Inhalt tiefer in den Magen hinabgedrückt, ohne daß im übrigen die Art der Magenentleerung beeinflußt worden wäre, soweit



sich dies röntgenographisch feststellen ließ. Die Entleerung der Kontrastwurst ging unverändert und in der gleichen Art weiter. Man vergleiche die Serien IV und V; Serie V ist etwa 15 Minuten nach Serie IV aufgenommen.



Hundemagen Serie V (Wassermagen).

Schatten im Magenkörper oralwärts unregelmäßig begrenzt; der Kontrastmasse hat sich Wasser zugemischt, bzw. überlagert sie.

a (Bild 1) bis a_4 (Bild 5); Welle im Weiterwandern pyloruswärts.

$\left.\begin{array}{l} A-A_4 \\ B-B_3 \end{array}\right\}$ Veränderungen des präpylorischen Magenteils.

a (Bild 1 gleich b_3 (Bild 6).

Die Harmonie im wesentlichen zwischen den Vorgängen der Magenbewegung beim Versuchshund und dem Menschen ist auf neuer Grundlage als vorhanden wiedererkannt; selbst wenn wir die Ergebnisse der Kinographie am stehenden Menschen und am liegenden Versuchshunde vergleichen. Größer noch wird die Ähnlichkeit, wenn man Menschen- und Hundemagen unter gleiche Versuchsbedingungen bringt: Bauchlage bei dorso-ventr. oder ventro-dorsalem Strahlengang.

Auf die Wichtigkeit der Kinographie bzw. von Serienaufnahmen in dieser Lage bei dorsoventralem Strahlengang für die Röntgenphysiologie und Pathologie des Magendarmkanals habe ich im Jahre 1913 als erster hingewiesen (M. m. W. Nr. 7, 1913); erneut dann hierauf und auf die Wichtigkeit der Schirmdurchleuchtung in Bauchlage bei ventro-dorsalem Strahlengang in einer Arbeit in der M. m. W. 1916, Nr. 27.

Das röntgenologische Bild des kontrastreich gefüllten Magens wechselt bekanntlich mit der Körperstellung. Die Untersuchung des Magens und Darmes in verschiedenen Stellungen und Lagen vertieft unsere röntgenologische Einsicht. Die röntgenologischen Bilder des Magens unter verschiedenen Versuchsbedingungen bewahren vor einseitiger Auffassung.

Bilder desselben Menschenmagens im Stehen und in Bauchlage sind sich manchmal so unähnlich, daß man sie nicht als Bilder des gleichen Magens erkennt: aber trotzdem, die Bewegungsvorgänge — im einzelnen verschieden — gleichen sich im wesentlichen: Tonusschwankung und Peristaltik. Nirgends ein fixierter Sphincter antri, nirgends ein anatomisch zu begrenzendes Antrum pylori, das nach Art einer einfachen Saug- und Druckpumpe arbeitete; — im Gegensatz zu früheren Annahmen.

In meiner Arbeit über vereinfachte Magenbioröntgenographie konnte ich schreiben (M. m. W. 1913, Nr. 7): „Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt, daß die in Wort und Bild von Rieder, Rosenthal und mir geschilderte Art der Magenbewegung als normal (typisch) zu gelten hat. Tatsachen, die geeignet wären, unsere Angaben zu korrigieren, liegen nicht vor. Und was an Richtigem über die normale Magenbewegung seitdem ‚neu' entdeckt wurde, findet man bei genauem Zusehen schon in den Bildern und dem Text unserer Arbeiten niedergelegt.

Unwesentliche Abweichungen, Spielarten, finden sich, wie überall in der Natur, so auch beim Vorgang der menschlichen Magenbewegung."

Schlesinger sagt in seiner — übrigens guten und des Studiums werten — „Röntgendiagnostik der Magendarmkrankheiten" auf Seite 67: „Daß die grundlegenden Mitteilungen von Kästle, Rieder und Rosenthal schon wieder in einigen Einzelheiten überholt sind, geben die Autoren selbst zu." Ich widerspreche diesem Satz. Ich wüßte nicht, wo einer von uns ein solches Zugeständnis gemacht hätte. Ich wüßte auch nicht warum; und ich wüßte nicht, welche Tatsachen diese Überholung bedeuten sollten.

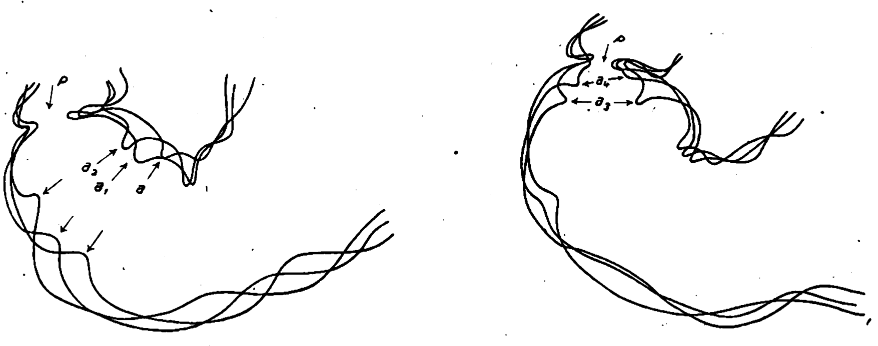
Bestünde tatsächlich ein anatomisch präformiertes, als Saug- und Druckpumpe wirkendes Antrum und ein anatomisch und damit funktionell lokalisierter Sphincter antri, so müßten diese Gebilde in verschiedener Lage, Stellung und Haltung des Untersuchten in wesentlich gleicher Weise arbeiten. Auch an Weichorganen mit in sich anatomisch und funktionell scharfer Gliederung bringen Lageveränderungen des Körpers nirgends einen Umbau bis zur Unkenntlichkeit zustande. Man erinnere sich an die verschiedenen Hohlorgane mit ihren Sphinkteren. Anders liegen die Verhältnisse am Magen von der Kardia bis zum Pylorus; eben weil diese festen, starren anatomischen Verhältnisse bis zum Pylorus nicht vorliegen. Der Pylorus als wirklicher „Sphinkter" bleibt sich als „Pförtner" am Magenausgang in Lage zum ganzen Magen und Funktion unter allen Verhältnissen gleich.

Die beiden folgenden Serien desselben Magens im Stehen und in Bauchlage sind im Hinblick auf obige Ausführungen interessant. Serie I stellt drei Aufnahmen aus dem Bewegungsablauf eines gesunden Männermagens dar, aufgenommen am stehenden Untersuchten auf der Höhe des Inspiriums nach der üblichen Vorbereitung. Die Peristole dauerte 22 Sekunden. Dargestellt ist der Bewegungsablauf durch Übereinanderpausen der Einzelsilhouetten unter Zuhilfenahme von Kennmarken, eine Art der Wiedergabe, die zuerst von Kaestle, Rieder und Rosenthal angewandt wurde. Diese Methode hat sich zur Darstellung der Magenbewegung in Atemstillstand in der Röntgenpsychologie und Pathologie des Menschenmagens bewährt; so sehr, daß sie — meist unter diskreter Behandlung ihrer Herkunft — allgemein Nachahmung fand. Die Bilder verstehen sich von selbst.

Menschenmagen Serie I B.
Im Stehen dorso-ventral.
$a-a_2$ weiterwandern der Ringwelle.
$Z-Z_2$ präpylorische Zapfenbilbildung.
P = Pylorus.

Serie II — geteilt wiedergegeben — zeigt Bilder des gleichen Magens in Bauchlage bei dorso-ventralem Strahlengang auf der Höhe des Inspiriums, mittels Kennmarken übereinandergepaust. Auffallend ist die Lage und Formverschiedenheit beide Male infolge der Lageveränderung. Bei der Serie im Stehen gehen auf- und absteigender Magenschenkel auf seiten der kleinen Kurvatur im Angulus spitzwinkelig, bei der Serie im Liegen stumpfer, runder ineinander über. Mit dem kleineren Krümmungsradius der kleinen Kurvatur im Stehen bzw. dem spitzwinkeligen Übergang der Magenschenkel ineinander, hängt die Zapfenbildung im oder nahe dem Angulus auf seiten der kleinen Kurvatur zusammen. Die im Sinne des Uhrzeigers über den distalen Magenteil ablaufenden Ringwellen haben beim Angelhakenmagen auf seiten der großen

Kurvatur einen wesentlich längeren Weg zurückzulegen als auf Seiten der kleinen, dem Krümmungsmittelpunkt näherliegenden. Dadurch liegen auf seiten der kleinen Kurvatur die Wellen dichter beieinander als auf seiten der großen. Je tiefer von Seiten der scharf gekrümmt verlaufenden kleinen Kurvatur, z. B. im Angulus — oder nahe ihm — zwei einander in gewissem Abstand folgende Wellen in das Magenlumen hineingreifen, um so mehr pressen sie — bei Erschlaffung der zwischen ihnen liegenden Magenwand — diese als Zapfen zwischen sich empor.



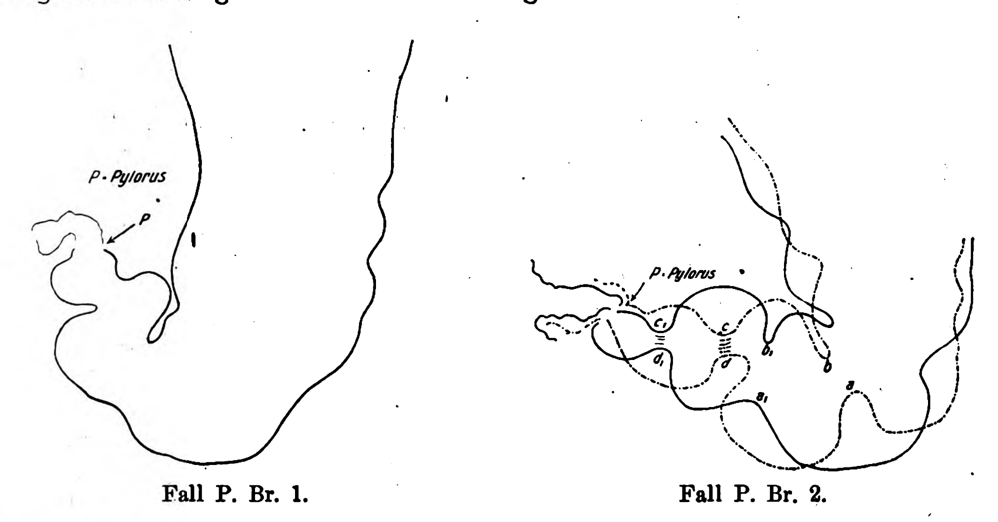
Menschenmagen Serie II R.
In Bauchlage dorso-ventral.
$a - a_4$ Weiterwandern der Ringwelle zum Pylorus.
P = Pylorus.

Immer sieht man bei Betrachtung einer großen Zahl von Magenserienbildern die Beobachtung bestätigt, daß die Zapfenbildung auf seiten der kleinen Kurvatur im Angulus oder nahe diesem ein Ergebnis des Ablaufes der Peristaltik am Angelhakenmagen ist.

Während ein nicht zu langer Angelhakenmagen bei Übergang in Bauchlage seine Angelhakenform mehr oder weniger einbüßt, bei normalen räumlichen Verhältnissen der Bauchhöhle, normalem Tonus und normaler Aufhängung des Magens, behält sie der Langmagen im engen Bauche bei. Dann vollziehen sich die Bewegungsvorgänge im Stehen und in Bauchlage weitgehend gleichartig auch auf seiten der kleinen Kurvatur: wir beobachten beide Male eine typische Zapfenbildung. Bei stumpferem Übergang der beiden Magenschenkel ineinander, bei größerem Krümmungsradius der Kurvaturen wird aus dem Zapfen ein runder Rücken, wie wir diesen in den Bildern der Serie 2 R sehen. Die Wellen (Einschnürungen) auf seiten der kleinen Kurvatur fallen jetzt bei normalem Rhythmus weniger nahe zusammen, sind mehr weiterwanderd. Die Kompressionswirkung der Massen im Magen auf den zwischen zwei Einschnürungen auf seiten des distalen Teiles der kleinen Kurvatur gelegenen Teil der Magenwand ist geringer, die Wand buchtet sich weniger vor. Also weil sich im Liegen die Magenform der Rinderhornform nähert, wobei aber der Pylorus nie zum tiefsten Magenpunkt wird, deshalb keine eigentliche Zapfenbildung. Im Stehen ist die regere Tätigkeit am Magenkörper vielfach auf seiten der großen Kurvatur; so sehr, daß man früher irrig meinte, die kleine Kurvatur am Körper sei unbewegt. Im Stehen ist die kleine Kurvatur gleichsam fester Ursprungsort der Muskulatur; die große Kurvatur ist die Erfolgseite. Im Liegen sind die Verhältnisse anders. Daß der Tonus distaler, pylorusnäherer Magenteile bei verschiedenen Mägen oder dem gleichen Magen zu verschiedenen Zeiten verschieden sein kann, sei nur erwähnt. Distale Magenteile können beim Herannahen der Ringwellen erschlafft oder kontrahiert sein. Manchmal auch ist die Längsmuskulatur der großen Kurvatur kontrahiert, während die der kleinen erschlafft ist; dann schneiden Ringwellen besonders auf seiten der kleinen Kurvatur in den Mageninhalt ein. Ein andermal liegen die Verhältnisse umgekehrt. Daß die Art der Aufhängung des Magens im Leibe, die räumlichen Verhältnisse der Bauchhöhle, die Beweglichkeit der pylorischen Gegend usw. für das Verhalten des Magens beim Ablauf der Peristaltik

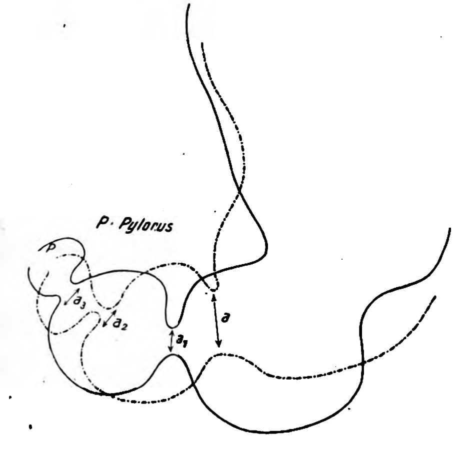
über ihn und bei seiner Entleerung von Einfluß sind, ist selbstverständlich. Auf weniger wesentliche Einzelheiten der Magenbewegung unter verschiedenen Verhältnissen sei nicht näher eingegangen. Aus Bildern, die nicht nur Illustration ad hoc sind, sondern getreue Wiedergaben von Vorgängen, mag der Betrachter noch dies und das herauslesen. In dieser Möglichkeit liegt ein Reiz des Betrachtens solcher Bilder.

Die Wichtigkeit der Art der Magenfüllung mit der Körperlage und Stellung für die Erscheinungsform des Magens erkennt man aus folgenden Bildern.



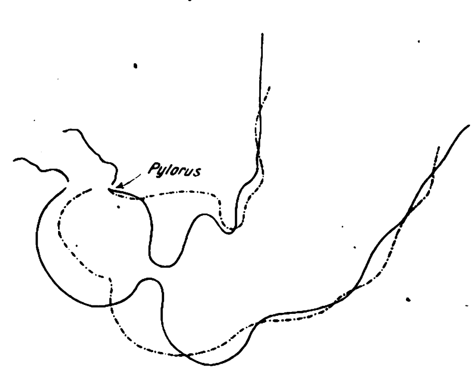
Fall P. Br. 1. Fall P. Br. 2.

Bild P. Br. Nr. 1 zeigt eine Einzelphase aus dem Bewegungsablauf eines klinisch gesunden männlichen Langmagens im Stehen. Der Ablauf im ganzen vollzog sich streng nach der von Kaestle, Rieder und Rosenthal geschilderten Art. Bild P. Br. 2 stellt zwei Einzelphasen aus dem Ablauf des gleichen Magens in Bauchlage dar. Die Silhouetten sind mit Hilfe von Kennmarken übereinandergepaust. Die Phasen liegen zeitlich 10 Sekunden auseinander und sind im Atemstillstand auf der Höhe des Inspiriums aufgenommen. Man würde die Magenbilder kaum als dem gleichen Individuum entstammend erkennen. Ich versage mir eine Schilderung der Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten dieser Magenbilder. Nur auf die Verhältnisse auf seiten der kleinen Kurvatur sei besonders hingewiesen. In absoluter Klarheit und Deutlichkeit widerlegen diese Bilder die Annahme eines saug- und druckpumpenartig wirkenden „Antrum pylori" und eines „Sphincter antri"; bestätigen mit sinnfälligster Deutlichkeit unsere Auffassung. ab, cd u. $a_1 b_1$ u. $c_1 d_1$ sind sich entsprechende Ringwellen.



Fall R. K.

a—a_3 gegen den Pylorus fortschreitende Ringwelle.

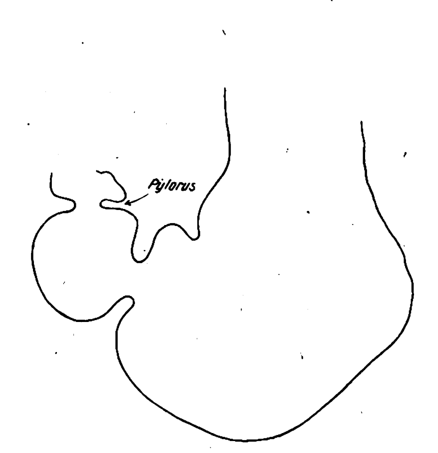


Fall S. J.

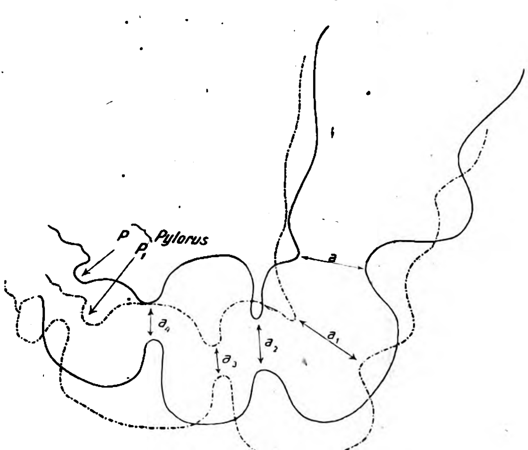
Die Peristaltik ist im Liegen auf seiten beider Kurvaturen lebhaft. Die kleine Kurvatur ist ähnlich der großen entlastet: auch an ihr, die nicht mehr unter dem Zuge des Inhalts erstarrt ist, wird die Peristaltik effektvoll. Die Entschichtung der Muskelwände ist im Liegen geringer, der Unterschied der Wandstärke ist nicht mehr so sehr wie im Stehen zugunsten der — allerdings immer muskelstärkeren — distalen Teile verschoben.

Und wo wäre im nächstfolgenden Falle das „Antrum", der „Sphincter antri"? Die Bilder stellen zwei Einzelphasen der Peristole in Bauchlage dar; Zeitabstand der Bilder 7 Sekunden. (R. K. 7. 7. 17.)

Oder im Falle S. J. (Zwei Einzelphasen aus einer Peristole in Bauchlage. Zeitabstand 10 Sekunden.)



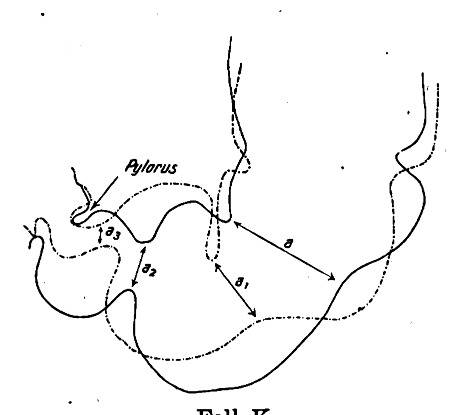
Fall E. C. 1 (im Stehen).



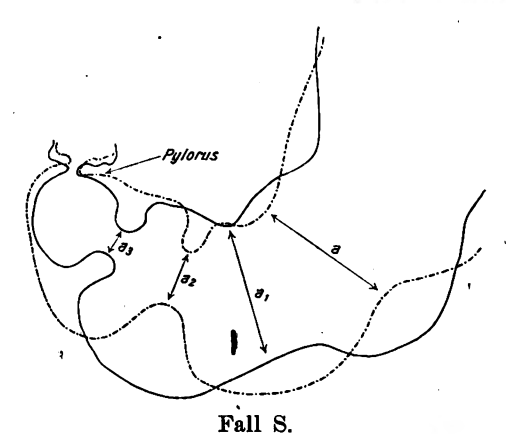
Fall E. C. 2 (Bauchlage).
a—a_3 fortschreitende Ringwelle.

Man vergleiche die Bilder E. C. 1, E. C. 2 (im Stehen und in Bauchlage). Von welchem Einfluß ist hier wiederum die Umlagerung auf die Magenform und -lage, die Schichtung der Muskelhäute, die Bewegungsvorgänge usw.

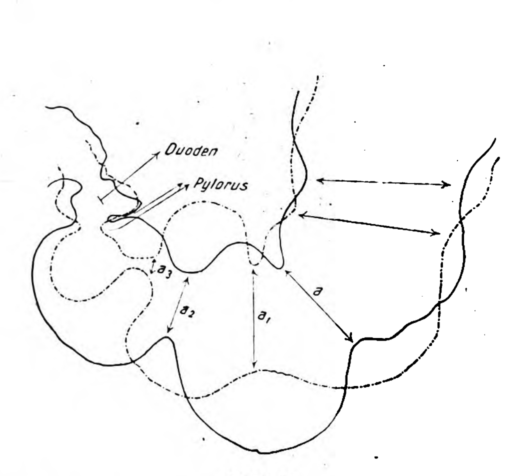
Der Ablauf im Stehen, auf dessen Wiedergabe ich hier verzichte, war wiederum im ganzen so, wie wir es als bekannt voraussetzen dürfen. Im Liegen zeigen die beiden übereinandergepausten Einzelphasen die Verhältnisse. Bei einwandfrei im Inspirium verhaltenem Atem kam es zur Pylorusverlagerung bei weitgehender Lagegleichheit des absteigenden Magenschenkels über den nur lebhafte Peristaltik ablief. Deutlich ist hier die Segmentierung fast des ganzen



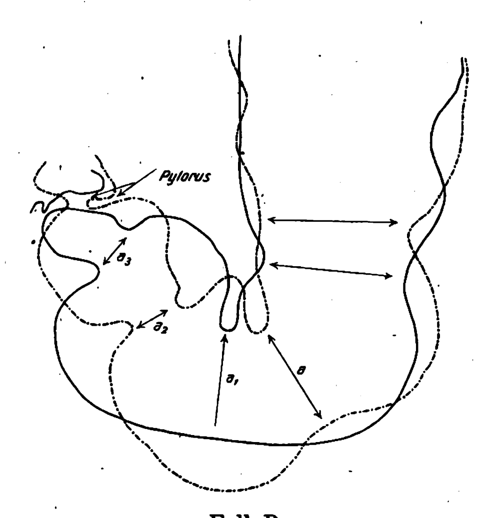
Fall K.
a—a_3 Ringwelle im Weiterwandern.
Pylorus offen, in gleicher Lage.
2 Einzelphasen aus einer Peristole.



Fall S.
2 Einzelphasen aus einer Peristole.
9 Sekunden Zeitabstand zwischen den Phasen.
Pyloruslage unverändert.
a—a_3 Weiterwandern der Welle pyloruswärts.



Fall R.
2 Einzelphasen aus einer Peristole in Bauchlage.
a—a_3 Ringwelle im Weiterwandern.
Pylorus in Lage fast unverändert.



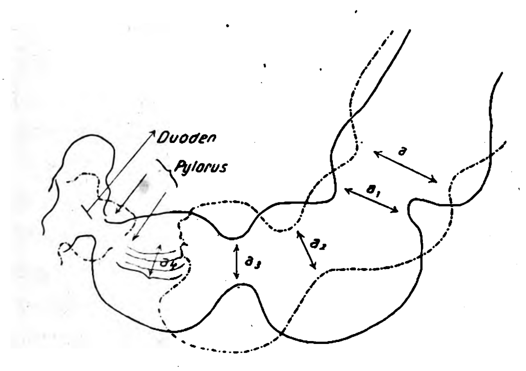
Fall B.
a—a_3 pylorouswärts ablaufende Ringwelle einer Peristole.
2 Phasenbilder in Bauchlage.

Magens. Man beobachtet den Ablauf der Ringwellen, aber ein „Antrum" oder einen „Sphincter antri" wird kein objektiv sehendes Auge finden; ebensowenig in den folgenden Fällen, K., S., R., B. Die Bilder entstammen alle klinisch gesunden Versuchspersonen. Es ist interessant, zu sehen, wie ruhig vielfach der Pylorus an seiner Stelle bleibt während des Ablaufs der Peristaltik über den Magen bis zur Ankunft der Ringwellen am Pylorus. Diese Tatsache entkräftet manchen Einwand, — den erst hervorzuheben ich unterlasse.

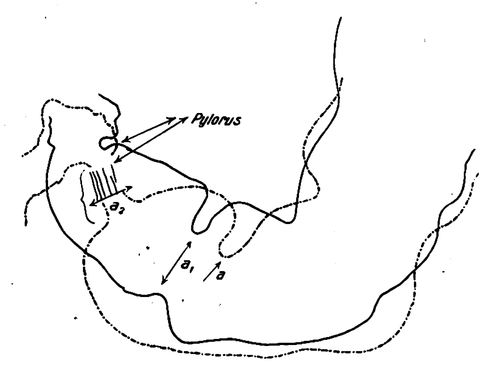
Der Einwand, die Art der Peristaltik sei das Kunstprodukt des Druckes auf den Magen, wird entkräftet durch die Tatsache, daß ich für meine Versuche nur schlanke Leute ohne prominenten Bauch heranzog: die Leute lagen auf Brustkorb und Becken als Stützpunkten; der Bauch berührte nur die Kassette.

Pylorusfunktion, Vorgänge am Duodenum und Dünndarm waren deutlich als normal zu beobachten.

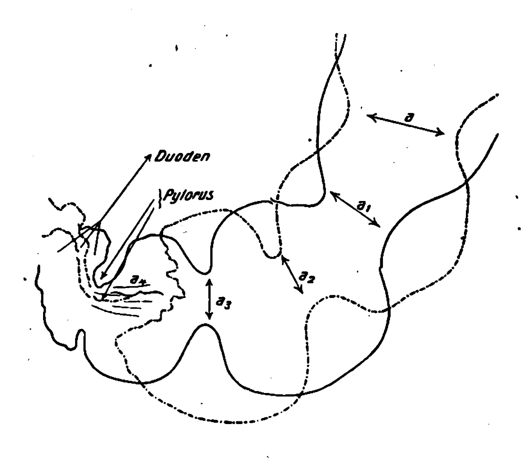
Gelegentlich — bei besonders starkem Tonus der muskelstarken präpylorischen Magenwand oder Reizperistaltik — kommt es zu zylindrischer Kontraktion eines kurzen präpylorischen Magenstückes (Bilder D., L., W., Sp.). Aus folgenden Gründen ist es aber unmöglich, diese kleinsten pylorusnächsten Magenteile als „Antrum" zu bezeichnen: 1. weil der Vorgang in dieser Weise



Fall D.
2 Phasen einer Peristole in Bauchlage.
a_4 breites Wellental, starke Einschn. (zylindr. Kontraktion).
a—a_4 dieselbe Welle im Fortschreiten.



Fall L.
a_2 breites Wellental einer tief eingreifenden Ringwelle (a—a_2).
2 Phasen aus einer Peristole in Bauchlage.



Fall W.

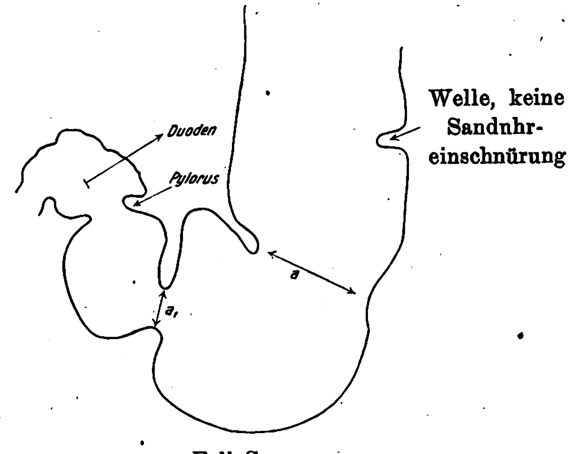
Deutliche zylindrische Kontraktion eines präpylorischen Magenstückes.

Tiefe Peristaltik bei einem Magen mit normalem Chemismus.

Ablauf der Wellen pyloruswärts a—a_4.

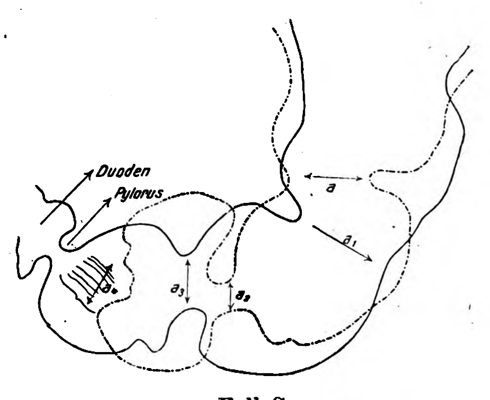
a_4 breites Wellental tief einschneidender Ringwelle.

Pylorusl age unverändert, aber Pylorus selbst das eine Mal eng kontrahiert.



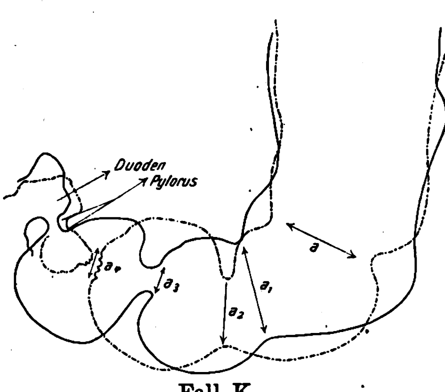
Welle, keine Sanduhreinschnürung

Fall Sp.
Im Stehen, Einzelphase.
Der Ablauf der Peristole war normal.
Peristaltik tief.



Fall Sp.
2 Phasen aus einer Peristole in Bauchlage.
Reizperistaltik.
Ringwelle im Ablauf (a—a_4)
a_4 zylindr. Kontraktion (tiefes, breites Wellental). Pylorus auf der Stelle.

sich nur zeitweise so abspielte, zu anderen Zeiten wieder nach dem gewöhnlichen Typ. Dann wiederum waren die zylindrischen Teile zu verschiedenen Zeiten verschieden groß.



Fall K.
2 Phasen einer Peristole in Bauchlage.
a—a_4 Ringwelle im Weiterwandern.
a_4 durchschnürend, Pylorus offen.
Es bestand Anazität ohne anderweitige Anomalie. Auch bei klinisch Gesunden sah ich gelegentlich sehr ähnliches; dieses Bild ist also nicht pathognom.

Eine besonders tief einschneidende schmale Ringwelle kann präpylorisch gelegentlich einen Teilinhalt des Magens wie in einem Beutel vom übrigen Mageninhalt abschnüren. Daß auch diese Funktion nicht auf einen „Sphincter antri“ und ein „Antrum pylori“ zurückzuführen ist, sondern lediglich wieder einen Spezialfall der Peristaltik und Tonusveränderung darstellt, beweist die Tatsache, daß auch diese abgeschnürten Teile bald an Größe wechseln, bald Abschnürungen am gleichen Magen überhaupt nicht vorkommen. (Fall K.) Gelegentlich beobachtet man auch zwei solcher Abschnürungen. In ausgesprochenen Fällen von Reizperistaltik kann es bekanntlich zur vielfachen multiplen Segmentierung des ganzen Magens schon im Stehen, noch deutlicher in Bauchlage, kommen.

Die Begriffe Antrum pylori und Sphincter antri sind zu Mißbegriffen geworden. Es gibt funktionell ebensowenig einen Sphincter antri und ein Antrum

pylori als anatomisch. Ein Irrtum wird dadurch nicht zur Tatsache, daß man ihn hartnäckig wiederholt. Falsch bleibt falsch; die Wirklichkeit läßt sich keine Gewalt antun.

An Stelle des auch von ihm als falsch erkannten Begriffes Antrum pylori setzt Forssell*) den des Canalis egestorius, der ohne scharfe Grenze proximalwärts in den Sinus ventriculi, die Magentasche, übergehe.

Eine dem Ausflußrohr einer Kanne ähnliche Bildung entsteht durch übereinanderpausen zahlreicher Einzelphasen einer Peristole durch das Fortschreiten der präpylorischen Ringwelle pylorus wärts. Dieser Kanal bzw. dieses Ausgußrohr ist also ein komponiertes Zustandsbild. Als enge rohrartige Bildung erscheint unter normalen Verhältnissen in Wirklichkeit nur der dem Pylorus zu allernächst gelegene Magenteil in Länge von höchstens $^1/_3$ des ursprünglichen Antrum pylori für Bruchteile einer Peristole; durchaus nicht immer. Das nicht regelmäßige Auftreten, die wechselnde Länge dieser Kanalbildung und das Fehlen einer proximalen Abgrenzung scheinen die Bezeichnung dieses distalen Magenteils als Canalis egestorius nicht zu empfehlen; zumal dessen Funktion nicht nur die eines Ausflußrohres ist. Die Magentasche wird nach Forssell durch die untere Segmentschlinge proximalwärts gegen den Magenkörper und dieser wiederum durch die obere Segmentschlinge gegen den Fornix abgegrenzt. Die Gegend der Segmentschlingen charakterisiere sich durch das Auftreten von Einziehungen im Verlauf der Peristolen. Fornix, Körper und Sinus bilden den absteigenden Magenschenkel und stehen als Saccus digestorius dem horizontalen bzw. aufsteigenden Magenschenkel, dem Canalis egestorius, gegenüber.

Der Magen läßt röntgenanatomisch eine feste Gliederung in sich, die in allen Stellungen und Lagen in gleicherweise faßbar wäre, vermissen. Die funktionellen Kontraktionen können zu einer völligen Verwischung etwa angenommener anatomisch präformierter Grenzen (z. B. der Segmentschlingen) führen. Inwiefern die Kontraktionsformen von anatomisch präformiertem Charakter sind, läßt sich aus der äußeren Erscheinungsform (im Röntgenbild) nicht beurteilen. Deshalb erscheinen Versuche, eine scharfe Gliederung nomenklatorisch schaffen zu wollen, nicht glücklich. Die Einteilung des Magens in Regio cardiaca (Fornix, bzw. Fundus), Corpus ventriculi (oder Pars media) und Regio pylorica scheint mir den Tatsachen gerecht zu werden und auszureichen.

Die Grenzen auch dieser Teile bleiben fließend und vielfach willkürlich; sie sind nicht auf Einzelphasenbildern, sondern nur bei Betrachtung ganzer Peristolen zu erkennen. Pars. cardiaca und Corpus gehören im wesentlichen dem absteigenden, Pars. pylorica dem horizontalen bzw. dem aufsteigenden Magenschenkel an. Man mag dann noch vom unteren Magenpol sprechen als dem tiefsten Punkt der Magenwand und sich bewußt bleiben, daß wir dabei keinen festen Punkt vor uns haben. Die Begriffe große und kleine Kurvatur wären beizubehalten „Antrum pylori" und der „Sphincter antri" aber sollten als erkannte und abgetane Irrtümer auch in der Nomenklatur endlich abgetan bleiben.

Aus der inneren Abteilung der städtischen Krankenanstalten zu Elberfeld (Chefarzt: Geheimrat Dr. Kleinschmidt).

Vordrucke zum Eintragen von Röntgenbefunden.

Von

Sekundärarzt Dr. H. Bergmann.

Für den noch nicht geübten Röntgendiagnostiker ist es, wie ja auch jedem andern Untersucher im Anfang, nicht leicht, in der kurzen Zeit der Durchleuchtung auf alles Wesentliche zu achten und nichts Unwichtiges zu übersehen. Man hilft sich am einfachsten, indem man die hauptsächlichsten Punkte, auf die man sein Augenmerk richten soll, auswendig lernt und



während der Durchleuchtung sich hersagt. Schon dann wird man kaum etwas vergessen. Der Kliniker hat auch dies nicht notwendig, denn ihm stehen für manche schwierigere Untersuchungen Vordrucke zur Verfügung, die noch am Krankenbette ausgefüllt werden und dafür sorgen, daß die Untersuchung vollständig ausfällt. Solche sind z. B. für neurologische Untersuchungen in Gebrauch.

Aus diesen Gesichtspunkten heraus und ferner, um dem Röntgenologen Schreibarbeit zu ersparen, kam Herr Geheimrat Kleinschmidt auf den Gedanken, entsprechende Vordrucke für Röntgenuntersuchungen entwerfen zu lassen, und beauftragte den Verfasser damit. Da die so entstandenen Schemata den Beifall des Herrn Prof. Dr. Albers-Schönberg, dem für die Beurteilung auch hier bestens gedankt sei, fanden, sind sie nachfolgend abgedruckt, damit gegebenenfalls auch andere sich ihrer bedienen können.

Über ihren Gebrauch ist kaum etwas hinzuzufügen. Die gestellten Fragen werden durch Durch- oder Unterstreichen beantwortet. Sie sind so ausführlich, daß man im allgemeinen wohl nichts zu schreiben haben wird. Wenn aus dem Rahmen fallende Befunde erhoben werden, so ist Raum zum Eintragen freigelassen. Normale Organe werden einfach durch ein „o. B." hinter der Überschrift gekennzeichnet.

Nur noch einige speziellere Bemerkungen. Bei dem Abschnitt „Herz" steht: „Spitze verschwindet unter einem Winkel von ...° hinter der Wirbelsäule." Diese wohl noch nicht sehr bekannte Untersuchungsmethode stammt von Vaquez und Bordet[1]) und dient zur Feststellung einer Herzvergrößerung. Sie hat uns gute Dienste geleistet.

Unter „Dickdarm" sind die einzelnen Abschnitte angeführt mit dem Zusatz: „nach ... Stunden". Man kann durch senkrechte Striche jeden dieser Abschnitte in verschiedene Unterabschnitte einteilen. Darüber kommt die Stundenzahl, nach der die Beobachtung stattfindet. Man hat auf diese Weise sämtliche Befunde eines Darmteils nebeneinander und kann z. B. sofort sehen, wie lange Spasmen an einer Stelle bestanden haben. Man hat es auch nicht besonders nötig anzugeben, wo die Schattenspeise sich zurzeit befindet, also etwa: Baryum befindet sich nach 6 Stunden im Aszendens und Transversum. Sondern dies geht ohne weiteres aus der Beschreibung bei den einzelnen Darmabschnitten hervor.

Nummer .... Tag ....

Städtische Krankenanstalten Elberfeld.

Innere Abteilung.

Röntgenuntersuchung der Brustorgane.

Name: ....

Alter: .... Jahre. Abteilung: ....

Klinische Diagnose: ....

Röntgendiagnose: ....

Herz.

Nahdurchleuchtung: ....

Wirbelsäule

Form: regelrecht, Mitral-, Aorten-, Kugel-, Zelt-, ...

Vorspringen des 1., 2., 3. linken, 1., 2. rechten Bogens.

Pulsation: .... Ungefähre Größe: ....

Lage: regelrecht, steil, quer, gedrängt verzogen nach links, rechts durch ....

Verschiebung durch die Atmung: ....

Retrokardialfeld hell verdunkelt oben unten durch ....

Spitze verschwindet unter einem Winkel von ....° hinter der Wirbelsäule.

Ferndurchleuchtung in .... m Abstand.

Querdurchmesser (Mr + Ml) .... cm. Längsdurchmesser .... cm. Lungendurchmesser .... cm.

Fernaufnahme in .... m Abstand.

Querdurchmesser (Mr + Ml) .... cm. Längsdurchmesser .... cm. Lungendurchmesser .... cm.

[1]) Herz und Aorta, deutsch von Zeller. Leipzig 1916.

Aorta.

Nahdurchleuchtung.
Aufsteigender Teil:
Bogen springt nicht etwas stark vor.
Absteigender Teil in Schrägstellung:
Schatten heller ebenso dunkel dunkler als der Herzschatten.

Zwerchfell.

	rechts	links
Form (Verwachsungen:)	....	....
Stand:	....	....

Beweglichkeit: ....
Magenblase:

Lunge.

Durchleuchtung: ....
Wirbelsäule.
Zwischenrippenräume.
Helligkeit im allgemeinen: ....
Aufhellung: ....
Hiluszeichnung: ....
Rippenzwerchfellwinkel: ....
Schatten in ventrodorsaler / dorsoventraler Strahlenrichtung: ....
Grenze des Schattens scharf unscharf.
Aufnahme:
Wirbelsäule: .... Zwischenrippenräume: ....
Erste alle Rippenknorpel nicht verknöchert.
Mediastinum nicht verzogen nach rechts links.

Nummer .... Tag ....

Städtische Krankenanstalten Elberfeld.

Innere Abteilung.

Röntgenuntersuchung des Verdauungskanals.

Name: ....
Alter: .... Jahre. Abteilung: ....
Klinische Diagnose: ....
Röntgendiagnose: ....
Schattenspeise hergestellt mit ....
Herz:
Lunge:
Zwerchfell:

Speiseröhre.

Durchleuchtung:
Retrokardialfeld hell verdunkelt in oben / der / unten Mitte durch
Schluckakt: o. B. Bissen staut sich in Höhe
Ränder der Verengerung:
Atonie darüber?
Aufnahme:
Tumor sichtbar? Exostose?

Magen.

Durchleuchtung:
Peristole: Schattenspeise haftet an
Form: Angelhaken, Stierhorn .... Kleine Kurvatur rechtwinklig schneckenförmig.
Einbuchtung der .... Kurvatur durch Druck von außen? (Rippenbogen?)
Größe:

Lage: regelrecht. Oberer / Unterer Teil gedrängt verzogen nach rechts links durch ....

Fundus über an .... unter den Beckenkämmen.

Tonus: Wände in der Mitte zusammenliegend?

Beweglichkeit:

Peristaltik: regelrecht noch nicht im Gang. Wellen beginnen hoch tief, bewegen sich schnell langsam, sind tief flach, folgen schnell langsam aufeinander. Antiperistaltik?

Pylorus über / an / unter dem Fundus, rechts links von an der Wirbelsäule, gut schlecht beweglich.

Magensaftschicht nicht sichtbar .... cm hoch.

Nische:

Aussparung:

Druckpunkt:

Linkes Zwerchfell über / am / unter dem rechten.

In Schräg-, Querstellung: ....

Aufnahme:

.... cm hoher Rest nach .... Stunden.

Magen leer nach .... Stunden.

Zwölffingerdarm.

Durchleuchtung:

Lage: ....

Während der Durchleuchtung regelrecht nicht durchgängig.

Dauernde Füllung des auf-, absteigenden queren Teils.

Enge Stelle: Druckpunkt: ....

Luftblase:

Aufnahme:

Weitere Durchleuchtungen nach .... Stunden.

Weitere Aufnahmen nach .... Stunden.

Untersuchter hat Stuhl nach .... Stunden.

Dünndarm.

Nach .... Stunden: ....

Dickdarm.

Aufsteigender Teil nach .... Stunden.

Form:

Lage: hoch tief

Tonus:

Beweglichkeit:

Gas:

Rechte Biegung nach .... Stunden.

Form:

Lage: über an unter den Beckenkämmen.

Tonus:

Beweglichkeit:

Gas:

Querdarm nach .... Stunden.

Form:

Lage: regelrecht hoch tief

Tonus:

Beweglichkeit:

Gas:

Linke Biegung nach .... Stunden.

Form: regelrecht. Schenkel dicht aneinander?

Lage: hoch tief

Tonus:

Gas:

Absteigender Teil **nach** .... **Stunden.**
Form:
Tonus:
Beweglichkeit:
Gas:
S-förmiger Teil **nach** .... **Stunden.**
Form:
Lage:
Tonus:
Mastdarm nach .... **Stunden.**

Über die Röntgenuntersuchung der Lungenspitzen in der anteroposterioren (ventrodorsal) Lage.

Von
Oberstabsarzt Dr. **A. Sahatschief.**

Die Röntgenuntersuchung der Lungenspitzen zwecks Konstatierung einer beginnenden tuberkulösen Infiltration datiert seit dem Erfinden der X-Strahlen. Mit der Vervollkommnung der Apparate und größerer Übung der Untersucher gibt die Untersuchungsmethode immer bessere und bessere Resultate und in kurzer Zeit wird diese Methode große Bedeutung unter den klassischen explorativen Methoden behufs Untersuchung dieser Organe gewinnen.

In der Röntgendiagnostik der Lungen sind in der letzten Zeit folgende Erscheinungen beschrieben worden, welche für eine tuberkulöse Infiltration bezeichnend sind:

1. Eine nicht genügende Durchsichtigkeit bei gewöhnlichem Atmen, oder bei starkem Atmen (Orton) oder beim Husten (Kreuzfuchs und Holz).

2. Nicht entsprechend rasches Erhellen der Schattenbilder von erkrankten Lungen bei sukzessiver Verstärkung der Intensität der Röntgenstrahlen (Bittorf).

Diese erste Gruppe der Symptome zeigt, a) daß die Lungenspitzen dichter als im normalen Zustande und als solche bei der Röntgendurchleuchtung weniger durchsichtig sind; b) daß diese für die Luft bei stärkerem Atmen, Husten usw. nicht durchlässig sind.

3. Verlagerung der Brustorgane (Leonard).

4. Das Diaphragma hebt sich weniger auf der Seite der angegriffenen Lungenspitze (Williams).

Alle diese beschriebenen Symptome können in zwei Stellungen (zwei Lagen) des Kranken beobachtet werden, in posteroanteriorer (dorsoventral) und in anteroposteriorer (ventrodorsal) Lage. In der ersten Lage gibt die Untersuchung genügend gute Resultate, weil die Spitzen oberhalb der Schatten der Claviculae deutlich erscheinen. In der zweiten Lage werden die Lungenspitzen vom Schatten der Claviculae und dem vorderen Teile der 1. Rippen bedeckt, so daß die Lungenspitzen nur in den kleinen freigebliebenen Interkostalräumen sichtbar werden, welche infolge ihrer Enge die Beobachtung erschweren. Um diese Schwierigkeiten zu vermeiden, genügt es, die Lage des Kranken zu verändern, wie im folgenden ausgeführt wird:

Der Kranke senkt die Schultern maximal, beugt sich etwas nach vornüber bei nach aufwärts gestreckter Haltung des Kopfes. Der zentrale Strahl muß durch die Incisura Jugularis sterni dringen. Bei dieser Lage des Patienten werden die Schatten der Claviculae und des vorderen Teiles der 1. Rippen nach unten und hinten projiziert und die Lungenspitzen werden zwischen den beschriebenen Interkostalräumen, welche infolge der Projektion am Schirme größer erscheinen, frei sichtbar. Zu erwähnen ist, daß in dieser Lage der zu untersuchende Körperteil sich von dem Röntgenschirme entfernt und das erhaltene Bild größer, aber undeutlicher erscheint. Dieser Umstand hat insofern keine größere Bedeutung, weil wir nicht die Schatten,

sondern deren Töne zu vergleichen haben. Die Vorteile, die diese Untersuchungslage bietet, sind mannigfacher Art:

Die Spitzen werden vollkommen sichtbar in den größer erscheinenden Interkostalräumen. Da die Röntgenstrahlen in dieser Lage durch einen verlängerten Teil der Lungenspitzen, weiterhin durch einen mehr nach unten gelegenen Teil der Rückenmuskulatur hindurch müssen, welcher an dieser Stelle weniger dicht ist, werden die kleinsten Schattierungen der Lungenspitzen besser sichtbar. Wenn sich der Patient weniger oder mehr nach vorne gebeugt hält, können wir endlich eine kleinere oder größere Fläche des rückwärtigen Teiles des oberen Lobus der Lunge beobachten.

In meiner täglichen Praxis untersuchte ich Tausende von Lungenkranken, und die beschriebene Lage hat mir die feinste Lungenzeichnung deutlich gezeigt, welche in einer üblichen Lage kaum zu bemerken war.

Aus dem Vereinsreservespital Nr. 2 vom Roten Kreuz in Wien.

Pyopneumothorax interlobaris im Röntgenbild.

Von

Dr. Heinrich Wachtel.

(Hierzu Tafel X, Fig. 1—4.)

Im folgenden soll über eine merkwürdige, mit Hilfe der Röntgendurchleuchtung erkannte Komplikation einer Lungenverletzung, berichtet werden. Die prägnanten Augenblicke des Krankheitsverlaufes wurden in Röntgenaufnahmen, deren Reproduktion die Beschreibung der Durchleuchtungsbefunde vervollständigen soll, festgehalten.

Infanterist H. F., 35 Jahre alt, wurde am 17. 12. 1917 am italienischen Kriegsschauplatz am Monte Pereta angeblich durch ein Schrapnell verwundet. Nach der Verletzung hustete Patient Blut. Das Bluthusten dauerte etwa eine Woche.

Status praesens am 25. 12. 1917: An der hinteren Axillarfalte der rechten Achselhöhle befindet sich eine hellerstückgroße, stark sezernierende, in die Tiefe führende Wunde, der Einschuß. Ein Ausschuß ist nicht vorhanden. Wenn Patient hustet, so wölbt sich die nächste Umgebung der Einschußwunde allmählich in Form eines sanften Kegels empor und man stellt in der vorgewölbten Partie Hautemphysem fest. Perkutorisch besteht ein Dämpfungsstreifen rechts am Rücken im Interskapularraum in der Höhe der Einschußwunde von etwa 3 Querfinger Breite. Die Dämpfung hat in der Paravertebrallinie tympanitischen Beiklang. Das Atmungsgeräusch über der Dämpfung aufgehoben. Lungengrenzen beiderseits normal, respiratorisch gut verschieblich. Beiderseits keine Zeichen eines Ergusses in die Pleurahöhlen. Herzbefund ohne Besonderheiten. Patient fiebert bis 38,4.

Die am 3. 1. 1918 vorgenommene Röntgendurchleuchtung ergab folgenden Befund (Fig. 1 und 2): Die beiden Zwerchfellkuppen frei und ausgiebig beweglich. Die diaphragmalen Lungensinus gut enfaltbar. In der linken Lunge Vermehrung der Hiluszeichnung, sonst keine pathologischen Zeichen. Beide Lungenspitzen ohne pathologischen Befund. Im Mediastinum posterius rechts von der Wirbelsäule, etwa in der Höhe des fünften Brustwirbels und des Arcus aortae liegt ein haselnußgroßes Geschoßstück. Im rechten Lungenfeld entsprechend dem Mittellappen ein breiter bandförmiger Schatten der im dorsoventralen Bild Andeutung von Dreieckform zeigt. Die Spitze des Dreieckes liegt an der Wirbelsäule, etwas fußwärts vom Geschoß, die breite Basis des Dreieckes ist dem seitlichen Körperkontur zu gerichtet. Der Schatten ist nach unten in Form einer etwas unregelmäßigen horizontalen Linie scharf abgegrenzt. In schräger Durchleuchtung fällt die untere Begrenzungslinie schräg von oben innen nach unten außen ab. Die obere Begrenzung des Schattens ist weniger scharf und entspricht etwa einer idealen Verbindungslinie zwischen Einschußwunde und Steckgeschoß.

Es besteht demnach ein interlobärer Erguß im Interlobärspalt zwischen mittlerem und unterem Lappen der rechten Lunge bei einem Durchschuß der rechten Lunge. Ein Steckgeschoß liegt im Mediastinum posterius an der Radix der rechten Lunge. Trachea und Ösophagus ohne besonderen Befund.

Unter Wundbehandlung schloß sich rasch die Einschußwunde und vernarbte. Patient bekam jedoch hohes Fieber über 40° und schwere Allgemeinerscheinungen.

Die neuerliche Röntgenuntersuchung am 10. 1. 1918 ergab folgenden Befund (Fig. 3): Pleurahöhlen wieder beiderseits frei. Der Schatten des interlobären Ergusses hat eine charakteristische Veränderung erfahren. Er ist größer geworden, zeigt aber keine Dreiecksform mehr. Seine obere und untere Begrenzung bilden scharfe horizontale Niveaus. Über dem oberen Niveau ist eine Gasblase in Form eines Kreissegmentes sichtbar. Perkussion der Thoraxwand ruft eine kleinwellige Bewegung des oberen Niveaus hervor. Der interlobäre Erguß ist infolge des gesperrten Abflusses durch die zugeheilte Einschußwunde zu einem Pyopneumothorax interlobaris geworden.

Da Patient fortgesetzt hoch fieberte, wurde ein operativer Eingriff erwogen. Mittlerweile hustete Patient am 16. 1. 1918 zweimal mundvoll reichliche eitrige Massen aus und die Temperatur fiel. Die bakteriologische Untersuchung des expektorierten Eiters ergab Vorhandensein von Staphylokokken. Der Eiter hat aus dem Interlobärraum spontan einen Weg nach außen gefunden und der Patient war genesen.

Die Röntgenuntersuchung ergab jetzt folgenden Befund (Fig. 4): Pleurahöhlen beiderseits frei. Der Krankheitsherd im rechten Lungenfeld ist geschwunden. Eine wenig dichte Schattenbildung bezeichnet die Partie, wo vorher der Krankheitsherd bestanden hat. Der Schatten entspricht einer frischen Schwarte. Die bisher durch den Erguß und das Gas komprimierte Lunge hat sich wieder entfaltet. Die Entfaltung offenbart sich auch im Wandern des Steckgeschosses, welches jetzt aus dem Mediastinumschatten ausgetreten und in das rechte Lungenfeld ganz hineingezogen erscheint.

Die interlobären Ergüsse sind nicht selten und ihre Röntgendiagnose sowie die Röntgendiagnose narbiger Residuen nach interlobären Prozessen haben in der Literatur reichlich Würdigung erfahren. Ein Fall von Pneumothorax interlobaris wurde von Wenckebach beobachtet und ist von Dietlen (Ergeb. der inn. Med. und Kinderheilk. Bd. 12) mitgeteilt worden. Es handelte sich um eine dreißigjährige Patientin, welche an Bronchiektasien im rechten Unterlappen litt. Gegen die Bronchiektasien wurde eine Behandlung mit künstlichem Pneumothorax versucht. Infolge von bestandenen Verwachsungen hat sich die artifizielle Pneumothoraxblase nicht im Pleuraraum, sondern in einem Interlobärspalt der rechten Lunge entwickelt.

Ein Hydropneumothorax interlobaris ist bisher in der Literatur nicht beschrieben worden und das mitgeteilte Bild dürfte das erste dieser Art sein.

Differentialdiagnostisch kommen alle möglichen Höhlenbildungen in der Lunge in Betracht. Als charakteristisch für den Röntgenbefund des Hydropneumothorax interlobaris ergibt sich das Zusammenfallen folgender Symptome:

1. Die untere Begrenzung des bandförmigen Schattens zeigt alle Zeichen eines interlobären Ergusses. Sie entspricht in ihrem Verlauf einem Interlobärspalt und zeigt beim Durchleuchten in verschiedenen Richtungen die für Lungenlappengrenzen typischen Schattenänderungen.

2. Der Schatten des Ergusses reicht beim sagittalem Durchleuchten im Stehen nur an seiner tiefsten Stelle vom Mediastinumschatten bis zum Seitenkontur des Brustkorbes. Die höher gelegenen Partien erscheinen vom Mediastinumschatten durch lufthaltiges Lungengewebe abgehoben.

3. Die obere Begrenzung des Schattens ist horizontal und kann beim Erschüttern der Thoraxwand in kleinwellige Bewegung versetzt werden (sichtbare Succussio hippokratis).

4. Der oberen Begrenzung des Schattens sitzt eine Gasblase auf, deren oberster Scheitelpunkt mehr der Thoraxwand als dem Mediastinum zu gelegen ist. Der ganze Schatten hat im sagittalen Durchleuchtungsbild die Form eines Zuckerhutes, dessen Spitze etwas deformiert, dem seitlichen Körperkontur zu gedrängt, erscheint.

Die sub 2 und 4 angeführten Zeichen finden ihre Erklärung in der Elastizität des durch den Erguß und das Gas verdrängten oberen Lungenlappens.

Die Elastizität dieses Lappens findet einen fixen Haltpunkt am Hilus der Lunge an der Stelle, wo der Lappen an der Radix der Lunge angewachsen ist und einen zweiten mehr dehn-



baren an der Peripherie des Interlobärspaltes, wo die beiden Lungenlappen miteinander verklebt sind. Infolgedessen bildet die untere Begrenzung des den Hydropneumothorax deckenden oberen Lungenlappens eine nach unten konkave Wölbung, deren Scheitelpunkt entsprechend der Lage des dehnbareren Haltpunktes näher dem äußeren Thoraxkontur zu liegen kommt.

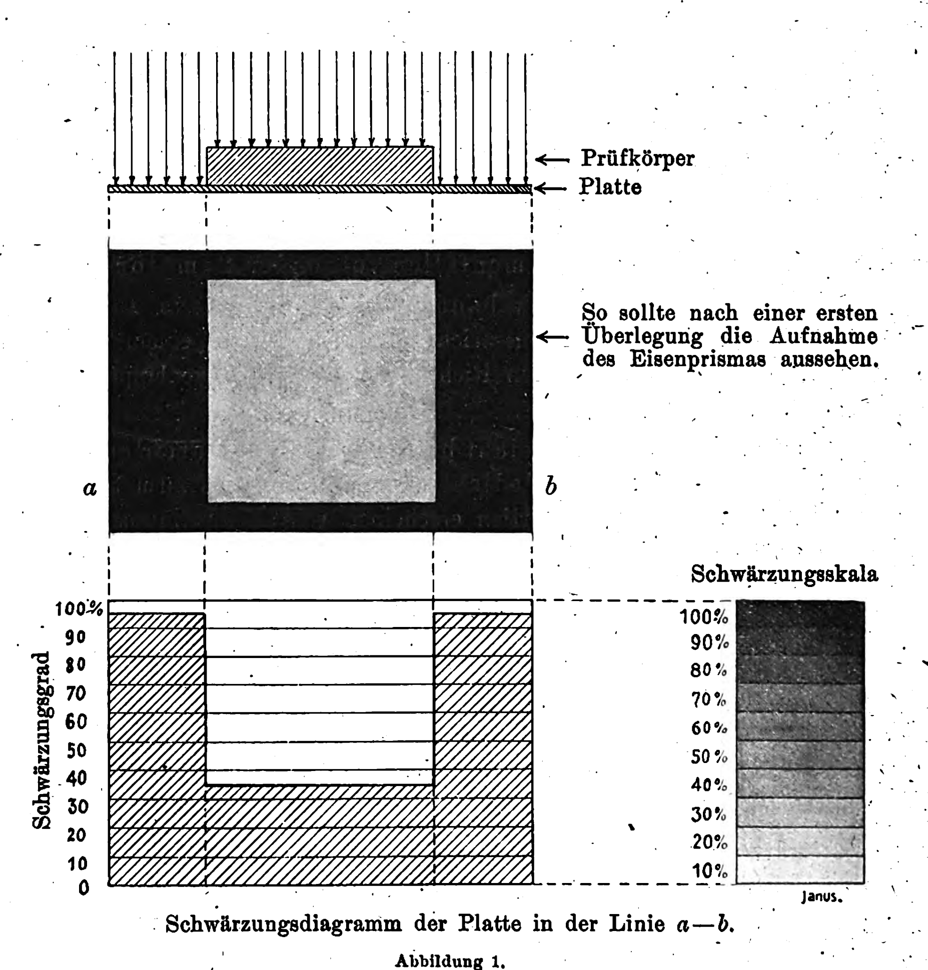
Erklärungsversuch für die „Beugungsähnlichen Lichtstreifen an den Schattenrändern einfacher Röntgenaufnahmen".

Von

Oberingenieur **Friedrich Janus,** München, z. Z. Feldröntgenmechaniker im Felde.

(Tafel X, Fig. a und b.)

Bei der systematischen Bearbeitung der „Untersuchung der Metalle durch Röntgenstrahlen", deren Ergebnisse ich in der Zeitschrift für das deutsche Eisenhüttenwesen „Stahl und Eisen" 1918, Nr. 23, Seite 508—514, Nr. 24, Seite 523—541, Nr. 25, Seite 558—564 veröffentlichte, ergaben sich bei den Vorversuchen eine ganze Reihe von Aufnahmen, welche die von Herrn Prof. Dr. A. Köhler-Wiesbaden in seiner Arbeit in dieser Zeitschrift, Band XXIV, Seite 236 zuerst veröffentlichten Randlichtstreifen aufweisen. Und zwar zeigen meine Platten diese Streifen in allen Abstufungen, von zarten Andeutungen an bis zur krassesten Augenfälligkeit, von geringster Breite bis zu Zentimeterbreite. Ja, es gelang, diese Streifen mit Absicht zu erzeugen und sie mit Absicht zu vermeiden.



Schwärzungsdiagramm der Platte in der Linie *a*—*b*.

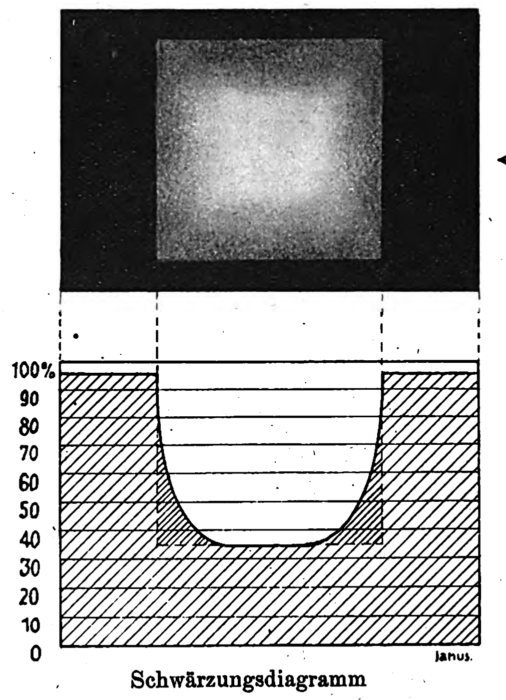
Abbildung 1.

Auf Grund meiner Beobachtungen und der Faktoren, die bei diesen Aufnahmen mittätig waren, erkläre ich mir das Zustandekommen der Randlichtstreifen folgendermaßen:

Als Erklärungsmodell sei ein gleichmäßig dickes Eisenstück in der Form eines rechteckigen Prismas angenommen. Die Dimensionen seien 10 mal 10 cm Fläche, 1 cm Dicke. Will man sich über die Homogenität des Eisenstückes unterrichten, so ist es notwendig, daß eine gewisse Strahlenmenge durch den Körper hindurchdringt und auf der Platte eine mittlere Schwärzung hervorbringt. Gelangt eine zu geringe Strahlenmenge hindurch, so sieht man in der zu geringen Schwärzung nichts oder nur ganz grobe, große Homogenitätsstörungen wie große Blasen, breite Risse oder dergleichen. Ist die durchtretende Strahlenmenge dagegen zu groß und die Schwärzung unter dem Körper zu intensiv, dann deckt diese zu große Schwärzung alle Feinheiten zu. Also notwendig ist ein solches Ausmaß von durchtretender Strahlung auf die Platte, daß unter dem Objekt eine mittlere Schwärzung zustande kommen kann.

Bei einer solchen Aufnahme müßte bei völliger Homogenität des gleichmäßig dicken Eisenstückes die Platte einen über den ganzen Schatten des Eisenstückes gleichmäßigen Schwärzungston aufweisen, der umgeben ist von dem stark belichteten, freien Plattenteil, der direkt von der Strahlung getroffen ist. Siehe Abbildung 1.

Tatsächlich aber ist ein durchaus ungleichmäßiger Schwärzungston unter dem Eisenstück zu beobachten. In der Mitte des Schattens ist der Schwärzungston auf der photographischen Platte am wenigsten intensiv, nach dem Rande zu nimmt die Schwärzung zu. In unserem gewählten Modell ist ein größeres Stück im Inneren des Schattens gleichmäßig, weil sein Flächenausmaß ziemlich groß ist. Bei einem kleinen Körper würde die Schwärzung vom Rande her allmählich abnehmen und in der Mitte des Schattens am wenigsten intensiv sein. An dem Modelleisenstück sieht man aber deutlich, Abbildung 2, daß es sich hierbei um eine reine Randwirkung handeln muß. Bei den Metalluntersuchungsaufnahmen ist diese Randwirkung oft, ja meist so bedeutend, daß diese größere Schwärzung das Erkennen von Fehlern direkt ausschließt, sofern sich diese Fehler am Rande oder in seiner Nähe befinden. Die Fehler werden durch die größere Schwärzung einfach zugedeckt.



← So sieht die Aufnahme in Wirklichkeit aus.

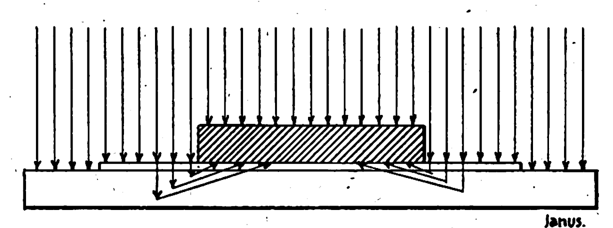
Schwärzungsdiagramm

Die enger schraffierten Teile des Diagramms geben die „zusätzliche Schwärzung“ durch Unterstrahlung an.

Abbildung 2.

Ich habe mir nun die Frage vorgelegt, wie man am besten diese störende Randschwärzung verhindern könne und mußte dazu wissen, woher sie stamme. Ich suchte die Ursache dieser Randwirkung, die häufig 1, 2, ja 3 cm breit zu beobachten ist, in der Sekundärstrahlung, welche durch die direkte Strahlung auf die von dem Eisenstück nicht gedeckte Platte, durch diese in die Kassette und deren Unterlage eintretend, in der Platte und deren Unterlage hervorgerufen wird. Diese Sekundärstrahlung trifft die photographische Emulsion von unten seitlich her und ruft eine zusätzliche Schwärzung hervor, welche ich „Unterstrahlung“ nannte. Siehe Abbildung 3.

Daß diese Überlegung richtig war, ergab sich sofort daraus, daß die seitliche Abdeckung des Prüfkörpers, also die Abdeckung der freien also ungehindert von den Röntgenstrahlen getroffenen Plattenfläche mit dickem Bleiblech diese Randschwärzung restlos beseitigte. Tatsächlich zeigen die Aufnahmen von gleichmäßig dicken Metallkörpern, welche mit Blei umgossen sind, einen völlig gleichmäßigen Schwärzungston über die ganze Fläche ohne jede Randwirkung. Siehe Abbildung 4.



Strahlengang bei der „Unterstrahlung".

Abbildung 3.

Nachdem es jetzt klar ist, daß ohne Bleiabdeckung eine zusätzliche Randschwärzung durch die Unterstrahlung auftreten muß, wenden wir uns der Schwärzung der freien Plattenfläche zu.

Es besteht nun ein großer Unterschied in der Röntgenlichtmenge, welche einerseits durch den Körper hindurch die Platte trifft und die andererseits die Platte direkt trifft. Dieser Unterschied ist um so bedeutender, je dicker bzw. je undurchlässiger der aufzunehmende Körper ist. Zum Beispiel ist er bei einer Schädelaufnahme ganz wesentlich größer als bei einer Fingeraufnahme. Nun kann man aus irgendeiner größeren Anzahl von Röntgennegativen der ärztlichen Praxis leicht alle möglichen Schwärzungsgrade des direkt von den Strahlen getroffenen Plattenteiles heraussuchen, und sich graduell ordnen. Man findet dabei Schwärzungen, die, bei Fingeraufnahmen anfangend, recht gering sind, allmählich immer schwärzer werden, bis sie ein Maximum an Schwärzung annehmen bei Schädel- und Beckenaufnahmen.

Keine „Randwirkung"

Beseitigung der Unterstrahlung durch Bleiabdeckung.

Abbildung 4.

Betrachtet man die Schwärzungen nicht in der Durchsicht, sondern von der Glasseite aus in der Aufsicht, so wird man finden, daß bei den stärksten Schwärzungen in der Durchsicht, in der Aufsicht ein Hellerwerden eintritt. Es kommt also bei genügend langer Belichtung wenigstens in der Aufsicht zu einer Umkehrung der Schwärzung. Ob diese Erscheinung schon unter den Begriff der „Solarisation" fällt, kann ich hier im Felde, ohne eine wissenschaftliche photochemische Definition dieses Begriffes zur Hand zu haben, nicht entscheiden. Nichtsdestoweniger ist diese Umkehrung eine für jeden Röntgenologen leicht feststellbare Erscheinung.

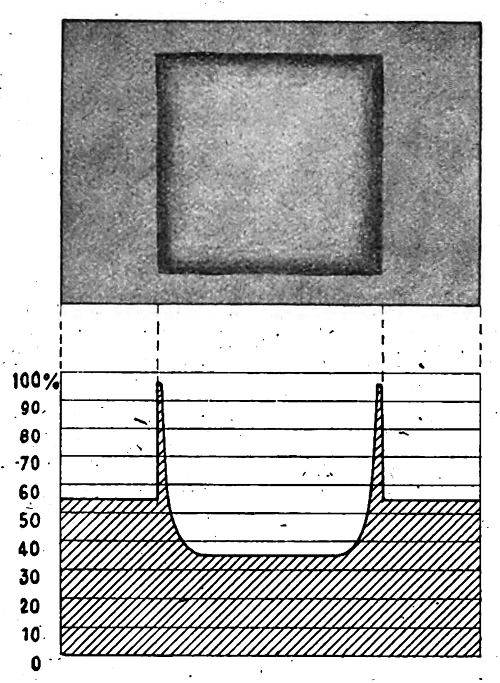
In unserem Beispiel mit dem 1 cm dicken Eisenstück ist der Unterschied der Lichtmengen unter dem Eisenstück und neben diesem schon sehr beträchtlich, er kann meiner Schätzung nach leicht das Mehrhundertfache, ja Tausendfache betragen.

Überbelichtet man eine Platte der als Beispiel gewählten Art, so daß auch die Emul-

sionspartie unter dem Eisenstück kräftige Belichtung erhalten hat, entwickelt dann aber ganz kurz, damit der Schatten unter dem Eisen nicht zu dunkel wird, so erhält man außen die freie, direkt von den Strahlen getroffene Fläche der Platte in einer geringen Schwärzung, die nicht nur in der Aufsicht, sondern auch in der Durchsicht hell ist. Abbildung 5. Diese Erscheinung ist um so stärker, die Schwärzung also um so geringer, je härter die Strahlung war, wie mich dies die Erfahrung lehrte.

Somit haben wir die Köhlerschen Randlichtstreifen vor uns, das heißt: eine die Kontur des Körpers umziehende mehr oder weniger schmale Zone größter Schwärzung, die sich sowohl nach innen von dem weniger intensiven Schatten als auch nach außen von der hellen Umkehrschwärzung deutlich abhebt. Ich sehe also in den Köhlerschen Streifen den durch die zusätzliche Schwärzung infolge der Unterstrahlung maximal geschwärzten Übergang zwischen der weniger intensiven Belichtung (unter dem schattengebenden Körper) und der durch Umkehrung wieder weniger geschwärzten, überbelichteten freien Plattenfläche.

Dieser Randlichtstreifen gehört dem Bezirke des den Schatten gebenden Körpers an, was bei Ausmessungen zu berücksichtigen ist. Dies hat übrigens auch Köhler in seiner ersten Mitteilung, Absatz 3 und in seiner zweiten Mitteilung, Absatz 15 (Seite 499) schon betont.



Durch Überbelichtung des freien Plattenrandes (Schwärzungsumkehr) und zu kurze Entwicklung entstandene „Randlichtstreifen".

Abbildung 5.

Von Bedeutung ist nun noch die Breite der Randlichtstreifen. Diese richtet sich einmal nach dem Unterschied in der Belichtung zwischen dem freien Teil der Platte und dem Teil unter dem schattengebenden Körper. Je größer dieser Unterschied ist, desto weiter wird unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen die zusätzliche Schwärzung durch Unterstrahlung in den Schatten des Körpers hineinragen, also desto breiter wird der Randlichtstreifen sein.

Das andere Mal wird die Art und Gestaltung der Plattenunterlage einen wesentlichen Einfluß ausüben auf die Breite und Intensität der Randlichtstreifen. Liegt die photographische Platte auf einer Bleiunterlage, so wird die Unterstrahlung nur von dem Glas der Platte herrühren können, also nicht sehr breit sein. Die Sekundäreigenstrahlung des Bleies ist so weich, daß sie von dem Glas der Platte leicht absorbiert wird, auf die Emulsion also nicht einwirken kann. Verschwinden würde die Erscheinung der Randlichtstreifen bei Einhaltung aller anderen Faktoren, wenn man die photographische Emulsion direkt auf Blei auftragen würde. In dem engen Raum, den die Emulsion zwischen Eisenstück und Bleiunterlage bildet, kann von der Seite her so viel wie keine Strahlung eindringen und eine Unterstrahlung kommt bei genügend dickem Blei überhaupt nicht zustande.

Sehr starke und breite Randlichtstreifen entstehen aber, wenn die photographische Platte z. B. in Papier lichtdicht eingewickelt auf einer Holzunterlage ruht. Die harte Sekundärstreustrahlung wird in dem Holz und Papier der Unterlage nur wenig absorbiert und reicht mit ihrer Wirkung deshalb sehr weit in den Schatten des Körpers hinein.

Für das Zustandekommen der Randlichtstreifen scheint auch die Härte der Strahlung

eine Rolle zu spielen. Denn bis jetzt wurden die Streifen nur bei sehr harten Strahlen beobachtet, wie dies auch Herr Professor Dr. Köhler wiederholt hervorhebt.

Bei meinen Metalluntersuchungen habe ich naturgemäß nur mit harten Strahlen gearbeitet, 28 cm Parallelfunkenstrecke und mehr.

Ob es auch mit weichen Strahlen möglich ist, die Randlichtstreifen zu erhalten, ist mir zurzeit nicht möglich zu sagen. Die äußeren Umstände hier im Felde verbieten mir auch Versuche in dieser Richtung.

An eine Beugungserscheinung konnte ich bei den Streifen nicht denken, bzw. glauben, weil aus meinen Aufnahmen, z. B. auch aus Fig. b) der Tafel X deutlich hervorgeht, daß die Randlichtstreifen noch unter dem Körper liegen. Wäre es eine Beugungserscheinung, so müßten die Randlichtstreifen außerhalb des Körperschattens liegen.

Auch Köhler spricht ja in seiner 1. Mitteilung seine Bedenken im 5. Absatz, S. 237, aus: „so geht es doch nicht an, die groben Lichterscheinungen usw. gleich auf Beugung zurückführen zu wollen".

Von meinen verschiedenen Platten habe ich zwei auf das Anraten des Herrn Prof. Dr. Köhler ausgewählt und diese dieser Arbeit im Abdruck beigefügt. Figur *a* zeigt zwei Eisenstücke mit intensiven, scharfen Randlichtstreifen, während Figur *b* eine Aufnahme von einem Bronzeprisma wiedergibt. Diese letztere Platte zeigt deutlich den breiten, ganz allmählich nach innen abklingenden Randlichtstreifen durch deutliche Unterstrahlung. Es ist eine Tubusblendenaufnahme, und besonders merkwürdig, sowie auch ein Beweis gegen eine Beugungserscheinung ist es, daß am Schatten des weit von der Platte entfernten Tubus[1]) derselbe Randlichtstreifen in kräftigstem Ausmaß in Erscheinung tritt. Ich erkläre mir denselben zwanglos durch die auch hier auftretende Unterstrahlung des Tubus- und Blendenschattens. Ich halte gerade deshalb diese letzte Platte für eine besondere Stützung meiner Anschauung über das Zustandekommen der Randlichtstreifen.

Wie mir nachträglich von Prof. Köhler mitgeteilt wird, liegt auch ein Erklärungsversuch von Einstein vor, welcher die Streifen auf „Totalreflexion" zurückführt. Näheres ist mir darüber nicht bekannt geworden[2]).

---

[1]) Leider wurde vom Klischeefabrikanten dieser Tubusschatten von Fig. 3 abgeschnitten, so daß er nicht abgebildet ist.

[2]) Anmerkung zur Korrektur:

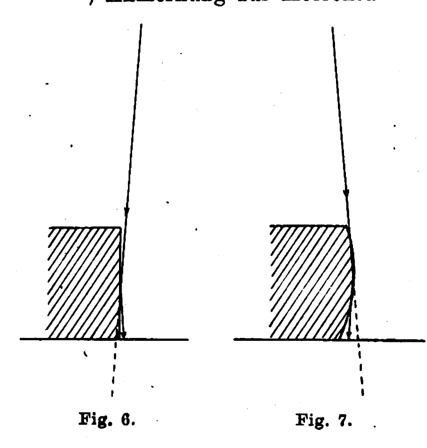


Fig. 6. Fig. 7.

Inzwischen erhielt ich einen Sonderdruck seines Erklärungsversuches von Herrn Prof. Einstein. (Verhandlungen der Deutschen phys. Ges. 1918. Nr. 9/12, S. 86 u. f.) Einstein hält die Randlichtstreifen „wahrscheinlich für Totalreflexion" der unter sehr kleinem Winkel die Randfläche des Körpers treffenden Röntgenstrahlen, etwa wie in nebenstehender Figur (6) mit der Deutlichkeit wegen weit übertriebenen Winkeln. Bei runden Körpern kann die Totalreflexion auch an der Innenseite des Körpers erfolgen, wie dies ebenso übertrieben die Figur 7 veranschaulicht.

Wie bereits oben ausgeführt, halte ich diese Erklärung nicht für zutreffend, weil bei den mehrere Zentimeter breiten Streifen es deutlich hervorgeht, daß die Streifen nur innerhalb der Konturen des Schattens liegen, und zwar auch bei so dicken Metallkörpern, daß man nicht annehmen kann, primäre Röntgenstrahlen seien hindurchgegangen, geschweige denn die wesentlich geringere Strahlenmenge der total reflektierten Strahlen.

Aus der medizinisch-diagnostischen Klinik zu Budapest. Direktor: Professor Baron Dr. Ladislaus v. Kétly.

Appendixbilder.

Von

Dr. Aladár Henszelman, Assistent der Klinik.

(Hierzu 5 Bilder.)

Seit meiner im Jahre 1914 erschienenen Arbeit[1]) und seit den Mitteilungen über das physiologische Verhalten der Appendix von Aubourg, Belot, Stierlin, Schlesinger, Rieder, Oberndorfer, Groedel, M. Cohn, Case, Jordan, Grigorieff, Singer und Holzknecht, Schwarz, Desternes und Baudon habe ich mehrere Beobachtungen in der Röntgendiagnostik des Wurmfortsatzes gemacht. Die hier angeführten Daten erstrecken sich nur auf die Interessantheit, auf die physiologischen Verhältnisse, da meine Beobachtungen in Bezug auf die pathologischen Fälle noch nicht genügend reichlich sind.

Wenn wir uns nicht die Mühe nehmen, den Coecum aufzuheben, eventuell retrocoecal hineinzublicken, dann werden wir kaum oder niemals eine Appendix sehen. Auch in dem Falle, wenn die Appendix nicht retro- und präcoecal liegt (in ca. 80%), fließt bei der Untersuchung in aufrechter Haltung der hängende Coecum mit den Konturen des Wurmfortsatzes zusammen, oder er verdeckt dieselben. Wir müssen also den Coecum aufheben, damit wir die Appendix separieren können, um dann dieselbe in die Mitte eines aufgehellten, kontrastierten Lichtfeldes zu bringen. Wenn der Coecum zu tief hinabreicht, hebe ich ihn mit dem Tubus langsam, stufenweise aus der Tiefe hinauf, und fixiere ihn mit einem Druck desselben in gewünschter Höhe. Es kommt manchmal vor, daß dieses Ausheben nicht gelingt, da der Blinddarm viel zu tief hinunterhängt, oder nicht genügend mobil ist.

Wenn irgendwo im Abdomen, können wir hier eine Kompression ausüben. Wir verkleinern die Tiefe der Bauchhöhle, gelangen näher zu der gewünschten Appendix, unterdrücken dadurch die im Körper erzeugten Sekundärstrahlen und erhalten ein lichtes glänzendes Terrain.

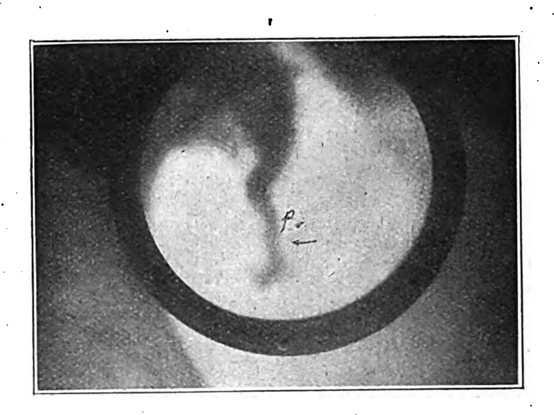
Der Kompressor wird so gerichtet, daß dieses helle, kontrastierte Feld die Gegend der Appendix sei, damit sich das Bild derselben in dieses projiziere. Also ein entsprechender Handgriff, mit welchem der Blinddarm ausgehoben wird, ein Druck, welcher die Aufhellung der Appendixgegend durchführt, — und die Appendix steht vor uns. Wer das zum ersten Male gesehen, erhält einen unvergeßlichen Eindruck, so imposant ist dieses Bild auch für nicht Fachärzte.

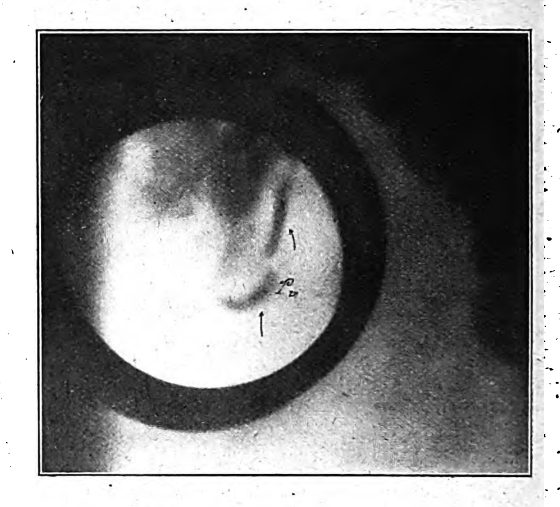
Das Bild kann mit nichts anderem verwechselt werden. Mit wenig Mühe können also unsere Zweifel beseitigt werden. In dieser Hinsicht könnte in erster Reihe ein lückenhaft sehr dünngefüllter, sich zu füllen beginnender, oder teilweise schon entleerter präcoecaler Ileumabschnitt, ferner, aber dies wäre wirklich schon ein grober Irrtum, eine Coecumpartie, welche durch die Kompression stark aufgehellt und teilweise entleert ist, in Betracht kommen. Der Ileum, angenommen, daß der Mesocoecum nicht verkürzt ist, mündet aufsteigend oder rechtwinklig und zeigt eine kleinfingerbreite Füllung. Wenn ich mit dem Kompressor einen Druck so ausübe, daß der Coecum gegen den Ileum obturiert wird, kann ich die Füllung des präcoecalen Ileumabschnittes verdichten, vergrößern. Dadurch kann ich mich in zweifelhaften Fällen davon überzeugen, daß ich es tatsächlich mit dem Ileum zu tun habe. Wenn ein zerdrückter Coecumteil die Form der Appendix nachahmt, verringern wir den Druck oder lassen

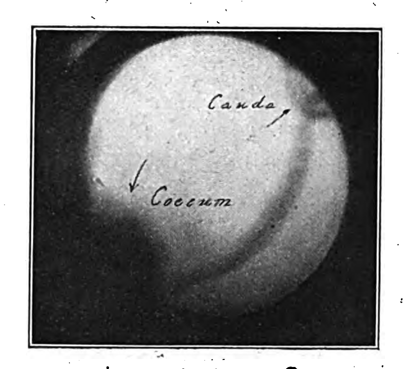
[1]) Kleine röntgenologische Vorrichtung zur Erzeugung von Wurmfortsatzbildern. Berlin. klin. Wochenschr. 1914, Nr. 32.

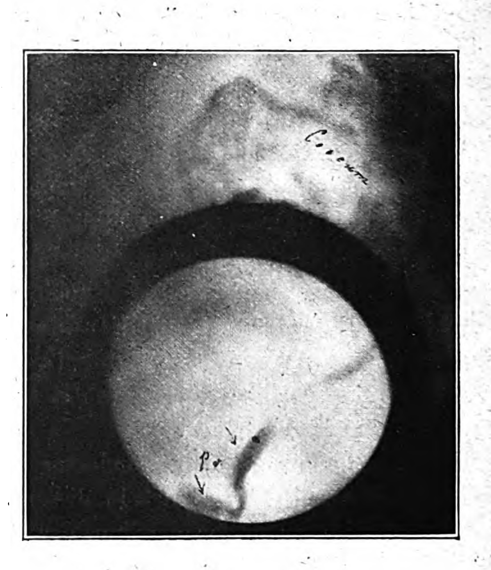
denselben aus, und der Irrtum ist aufgeklärt. (Ein grober Fehler wäre auch die Verwechslung mit der Linea terminalis.)

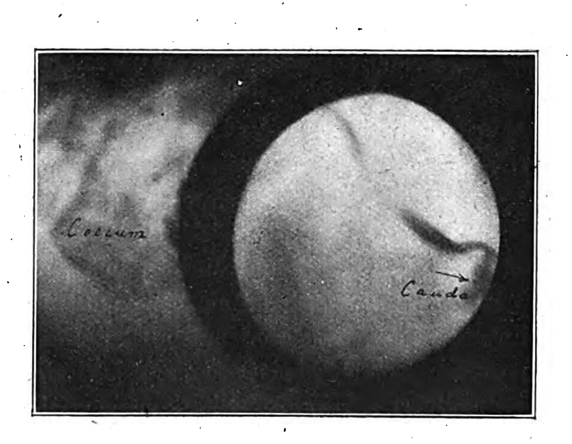
Wir werden die Füllung des Wurmfortsatzes gewöhnlich 8—24 Stunden post Coenam, also dann sehen, wenn die Entleerung des Blinddarmes schon begonnen oder beendet ist. (Bei einer coecalen Obstipation eventuell noch später.) Oft sehen wir ihn auch bei beginnender











Füllung des Coecums, also schon 4—6 Stunden nach der Riederschen Mahlzeit. Per os gefüllt öfters als per rectum. Bei Fällen von Diarrhöe erhielt ich nur sehr selten ein Appendixbild, desto öfters aber bei habitueller Obstipation. Besonders bei Diarrhöen war die Füllung manchmal eine so partielle, daß ich darin nicht sicher war, ob es tatsächlich die Appendix gewesen.

Die wurmförmige Appendix erscheint in den meisten Fällen gekrümmt. Das Ende derselben, oft knotenförmig gebogen, etwas höher als der übrige Teil; also ein eingebogener

„Schwanz“ im Verhältnis zum Körper. Oft ist sie so lang, daß sie im Lichtfelde des Kompressors keinen Raum findet, so, daß ich mit 1—2 Tubusbreiten medianwärts gehen muß, um die „Kauda“ aufzusuchen. In einem meiner Fälle gelangte ich während dieses Suchens bis zum Synchondrosis sacroiliaca. Manchmal läuft die Appendix gerade nach abwärts; diese Bilder zeigten alle eine kurze Appendix. (Nicht eine teilweise gefüllte, da auch der dünnere Schwanz sichtbar war.) Einmal erhielt ich eine hufeisenförmige Appendix.

Wenn ich mit dem Kompressor einen viel zu starken Druck auf die Appendix ausübe, oft aber auch bei geringerem Drucke wird die Füllung der Appendix eine lückenhafte sein, d. h. einige Teile pressen sich aus, erscheinen dünner oder sie verschwinden, die benachbarten Teile dagegen werden voller. Mit einem kräftigen Druck und Massage coecalwärts entleert sie sich manchmal vollständig, aber nach kurzer Zeit füllt sie sich regelmäßig wieder. Ebenso können wir manchmal bei teilweise gefüllter Appendix dieselbe durch Massage mit dem Kompressor aus dem Inhalt des Coecums vollständig füllen. Es ist aber in solchen Fällen wünschenswert, mit der Aufnahme zu eilen, da wir nicht imstande sind, diesen Zustand längere Zeit aufrechtzuerhalten. Gegen diese nicht physiologische Füllung wehrt sich scheinbar die Appendix.

Die wurmförmige Appendix macht auch wurmförmige Bewegungen, Peristaltik. Wir können diese Peristaltik genug oft bemerken, nur müssen wir uns Mühe nehmen und diesen Vorgang in einer Sitzung längere Zeit beobachten. Wenn ich Serienaufnahmen machte, war, obzwar sich der Kompressor nicht bewegte, die Appendix fast in jedem der Bilder von verschiedener Lage.

Ich suche bei jeder Untersuchung des Magens- und Darmtraktes die Appendix heraus, teilweise aus Neugierde, da das Erscheinen eines Wurmfortsatzbildes ebensolche Freude verursacht, wie z. B. die Entwicklung einer interessanten und gelungenen Röntgenaufnahme. Wir können eine solche Übung, manuelle Geschicklichkeit erreichen, daß wir mit einem Griff und Druck den Retrocoecalraum sofort einstellen können. Dies unterlasse ich bei keinem einzigen Fall, so wie ich es z. B. bei jeder Abdomenuntersuchung mit der Milz tue. Die sehr geringe Mühe und Arbeit wird uns oft durch ein schönes Appendixbild entschädigen.

Der Kompressor, den ich zu diesem Zwecke gebrauche, ist mein „Kompressionsexponator“[1]). Er besteht aus einem, zur Eliminierung der Sekundärstrahlen und zur Ausübung einer Kompression dienenden Tubus (Bucky-Effekt), ferner aus einem Durchleuchtungsschirm mit Kassette und einem in die Kassette einschiebbaren Plattenhälter mit Verstärkungsschirm versehen. Das zu untersuchende Objekt befindet sich nicht wie gewöhnlich zwischen dem Tubus und der Platte, sondern sie kommen beide in festem Zusammenhang miteinander vor das Objekt. Das Instrument ist also das einzig bekannte in dieser Form und macht den bis jetzt mit Erfolg angewendeten konischen Kompressor zu Aufnahmezwecken dienlich. Bei der Anwendung desselben nehme ich auch die Hinterblende in Anspruch. Die Aufnahme geschieht mit Kontrolle der Durchleuchtung. In einer Sitzung, zu gleicher Zeit mit der Durchleuchtung mit derselben Röntgen- oder Lilienfeld-Röntgenröhre, also mit harten Strahlen, verfertige ich die Appendixaufnahmen. Sie sind gewöhnlich Momentaufnahmen.

---

[1]) Eine einfache Aufnahmetechnik zur Röntgenuntersuchung der Baucheingeweide von Dr. A. Henszelman. Berlin. klin. Wochenschr. 1914, Nr. 44.

Correspondenz[1]).

Das Ehrenmitglied der Deutschen Röntgengesellschaft, Sr. Exz. der Generalstabsarzt der Armee Prof. Dr. v. Schjerning, ist am 19. XII. 18 aus Gesundheitsrücksichten von seiner Dienststelle zurückgetreten. Es wurde an dieser Stelle anläßlich des 60. Geburtstags Schjernings auf die außerordentlichen Verdienste hingewiesen, die er sich um den Ausbau und die Pflege der Röntgenwissenschaft in der Armee erworben hat (Band XXI, S. 259). Schjerning zählt zu den ersten, im wissenschaftlichen Leben tätigen Männern in Deutschland, die von vornherein die unendliche Bedeutung der Röntgenstrahlen für Diagnostik und Therapie richtig einschätzten. Seine Veröffentlichungen beschäftigten sich allerdings nur mit der diagnostischen Bewertung der Röntgenstrahlen, jedoch war sein stets mit biologischen Fragen sich befassendes Interesse auf die Wirkung gerichtet, die die strahlende Energie auf das gesunde und kranke Gewebe ausübte. Selbst in der der praktischen Betätigung fern liegenden Stellung des Chefs des Sanitätskorps blieb er ein steter Besucher des Röntgenlaboratoriums und der wissenschaftlichen Forschungsstellen, mit kritischer Schärfe verfolgte er die physikalischen Neuerrungenschaften, sowie die technischen Fortschritte. Belebend und anregend wirkte immer ein Besuch Schjernings, stets stand man unter der nachhaltigen Wirkung des Gesprächs mit diesem geistvollen, bedeutenden Manne. Was Schjerning in diesem Weltkrieg für die Röntgenologie durch zahllose vorbereitende Maßnahmen, durch Bereitstellung außerordentlicher Mittel und durch seine machtvolle Förderung und werktätiges Interesse geleistet hat, wird noch in späteren Veröffentlichungen des näheren ausgeführt werden. Mögen dem edeln und wohlwollenden Menschen, dem liebevollen Vorgesetzten und dem rastlosen, nie ermüdenden Wissenschaftler noch viele frohe Jahre beschieden sein und möge er auch in seinem otium cum dignitate der Deutschen Röntgengesellschaft seine warme, fördernde Anteilnahme bewahren. Otto Strauß (Berlin).

Bücherbesprechungen.

Krönig und Friedrich: **Physikalische und biologische Grundlagen der Strahlentherapie.** Urban & Schwarzenberg. M. 30.—. III. Sonderband der „Strahlentherapie".

Der erste Teil des groß angelegten Werkes umfaßt die physikalischen Grundlagen der Strahlentherapie. Zunächst werden die Untersuchungen mitgeteilt, die sich mit der Kritik der im Handel befindlichen Dosimeter beschäftigen, sodann wird ein für alle in der Strahlentherapie in Betracht kommenden Fragen geeignetes Instrumentarium angegeben und schließlich der Einfluß der Sekundärstrahlen auf die Dosis behandelt. Drei Größen sind der Messung zugängig, die Intensität, die Qualität der Strahlen und die Dosis. Die Intensität ist gleich der Strahlenenergiemenge, welche in der Zeiteinheit auf die Flächeneinheit auffällt. Die Härte ist durch die Durchdringungsfähigkeit (Wellenlänge) definiert. Die im biologischen Objekt absorbierte Strahlenmenge ist die Dosis. Zur Messung der Intensität dienen

1. die Kienböckstreifen,
2. die Sabouraud-Noiré-Tabletten,
3. die Fürstenausche Selenzelle,
4. die Ionisationsmethode. Diese wird von den Verfassern bei ihren Messungen ausschließlich benutzt.

Die Härte der Strahlen wird gemessen:

1. Durch die Abhängigkeit der Strahlenhärte von der Röhrenspannung (parallele Funkenstrecke, Sklerometer, Voltmeter Bergonié, Qualimeter Bauer).
2. Durch Bestimmung der Härte durch vergleichende Absorption der Strahlen in zwei verschiedenen Metallen (Walter-Wehnelt-Benoist-Skala).
3. Durch die Bestimmung der Halbwertschicht nach Christen.

Diese drei Meßmethoden wenden die Verfasser, da sie nicht empfindlich genug sind, nicht an. Sie bestimmen die Härte durch Messung der Intensität der Strahlen vor und nach der Durchsetzung einer bestimmten Schicht eines bestimmten Mediums.

---

[1]) Seitens der Redaktion der Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen ist eine **Auskunftsstelle** für alle auf die Anwendung der Röntgenstrahlen sich beziehenden Angelegenheiten eingerichtet worden. Fragen medizinischer, physikalischer oder technischer Art werden beantwortet und, soweit dieselben von allgemeinem Interesse sind, unter dieser Rubrik publiziert. Alle Anfragen sind direkt an die Redaktion Prof. Dr. Albers-Schönberg, Allgemeines Krankenhaus St. Georg, Hamburg 5, zu richten.

Die Dosis wird gemessen durch die verschiedenen Dosimeter (Holzknecht, Kienböck, Sabouraud-Noiré, Fürstenau, Ionometer). Nur das Ionometer, das die Luft als Prüfkörper benutzt, ist zu vergleichenden Messungen verschiedener Strahlenhärten brauchbar. Die übrigen Dosimeter sind brauchbar bei der Messung der Dosis ein und derselben Strahlenhärte.

Das Fürstenausche Verfahren ist für biologische Zwecke weitaus genügend, jedenfalls erheblich sicherer als Kienböck und Sabouraud-Noiré.

Die Tiefendosis läßt sich nicht aus der Halbwertschicht und dem Abstandsgesetz errechnen. Läßt sie sich nicht durch Einführung der Meßkammer direkt bestimmen, so muß die Dosis für die gewünschte Tiefe im Wasserphantom bestimmt werden.

Die Sekundärstrahlung hat einen bedeutenden Einfluß auf die Verteilung der Dosis innerhalb und außerhalb des Bestrahlungsfeldes.

Die Dosis ist im Zentrum des Bestrahlungsfeldes am größten und nimmt nach den Rändern des Feldes allmählich ab.

Die Begrenzung des Bestrahlungsfeldes ist keine scharfe, sondern es besteht eine allmähliche Abnahme der Dosis mit der Entfernung von den Rändern des Bestrahlungsfeldes.

Der zweite Teil befaßt sich mit den biologischen Grundlagen der Strahlentherapie und beantwortet in erster Linie folgende vier Fragen:

I. Ist bei gleicher Dosis die Stärke der biologischen Wirkung der Röntgen- oder γ-Strahlen abhängig von der Härte?

a) Die Stärke der biologischen Wirkung zwischen ungefilterten und mit 1 mm Kupfer gefilterten Röntgenstrahlen ist bei gleicher Dosis die gleiche.

b) Die Stärke der biologischen Wirkung der mit 3 mm Aluminium und der mit 1 mm Kupfer gefilterten Röntgenstrahlen ist bei gleicher Dosis die gleiche.

Frage I ist also wie folgt zu beantworten:

Die Stärke der biologischen Wirkung ist unabhängig von der Härte der Strahlen. Die Stärke der biologischen Wirkung ist nur abhängig von der absorbierten Strahlenmenge.

II. Ist bei gleicher Dosis die Stärke der biologischen Wirkung die gleiche, ob die Dosis bei großer Intensität der Strahlung in kurzer Zeit, oder bei kleiner Intensität in langer Zeit verabfolgt ist?. (Schwarzschildsches Gesetz.)

Bei Intensitätsunterschieden von 1:8 ist eine Abhängigkeit der Stärke der biologischen Wirkung von der Intensität vorhanden.

Bei Intensitätsunterschieden, wie sie in der Praxis vorkommen, von 1:5 ist die Stärke der biologischen Wirkung unabhängig von der Intensität.

III. Ist bei gleicher Dosis die Stärke der biologischen Wirkung die gleiche, ob die Dosis in einmaliger Sitzung oder in Teilsitzungen mit bestimmten Zeitintervallen verabfolgt wird (Gesetz der verzettelten Dosis)?

Die in einer Sitzung applizierte Dosis hat eine ausgesprochen stärkere biologische Wirkung als die verzettelte Dosis.

IV. Wird bei gleicher Dosis die Stärke der biologischen Wirkung beeinflußt durch Sekundärstrahlung, Diathermie, Wärme usw.?

Diathermie und Wärme hat keinen erkennbaren Einfluß auf die biologische Wirkung der Röntgenstrahlen. Sekundärstrahlung kommt ebenfalls nicht in Betracht.

Die Eigenschaft der Röntgenstrahlen bei gleicher Dosis in dem einen Organ eine deutliche Funktionsveränderung (Erythem, Amenorrh. usw.) in dem anderen noch keine Abweichung der physiologischen Funktion hervorzurufen, nennt man die elektive Wirkung der Strahlen.

Hieraus ergibt sich der Sensibilitätsquotient z. B. zwischen

$$\text{Haut und Ovarium} - \frac{\text{Hautdosis (Erythem)}}{\text{Ovarialdosis (Amenorrhoe)}} = \frac{170\ \text{e}}{33\ \text{e}} = 5.$$

Hautdosis wechselt individuell und lokal, z. B. Bauchhaut und Rückenhaut.

Die in der Folge der Bestrahlung tastbare Verkleinerung des Karzinoms ist die Karzinomdosis. Die Karzinomdosis schwankt individuell (histologischer Aufbau?). Kachexie wirkt jedenfalls prognostisch schlecht. Im Anschluß daran tritt oft Röntgenkachexie auf.

$$\text{Der Sensibilitätsquotient des Karzinoms} = \frac{170\ \text{e}}{150\ \text{e}} = 1{,}15.$$

Es gibt sowohl eine individuelle Unter- wie Überempfindlichkeit (Haut); sie ist aber selten.

Den Altersfaktor bei der Erzielung der Amenorrhoe lassen die Autoren nicht gelten und schieben die übereinstimmenden Beobachtungen aller anderen Forscher auf ungenügende Messung. Auch in der Stärke der Ausfallserscheinungen bei alten und jugendlichen Frauen beobachteten sie keine Unterschiede, die abhängig vom Alter der Patientinnen wären.

Während also an der Haut und am Ovarium keine bemerkenswerte Abhängigkeit vom Individuum



gefunden wurde, stellten sich beim Karzinom weitgehende Schwankungen bei gleicher Dosis heraus, ohne daß hierfür Erklärungen gegeben werden konnten.

Über die ausführlichen Untersuchungen der physikalischen und biologischen Eigenschaften der Radium- und Mesothoriumstrahlen muß auf das Original verwiesen werden. — Für den Praktiker bietet das Werk eine Fülle von Anregungen. Vieles, das durch die Erfahrung bereits als Tatsache betrachtet wurde, findet hier seine wissenschaftliche Begründung und Bestätigung. Falsche Vorstellungen werden beseitigt und neue Grundlagen, auf denen sich weiter bauen läßt, gelegt. Es ist ein gutes Symptom für die Zukunft unserer Wissenschaft, daß in dieser Zeit der gewaltigen Umwälzungen ein Werk hat geschrieben werden können, wie das vorliegende. Es beweist, daß deutscher Fleiß und deutsche Gewissenhaftigkeit und Objektivität ungebrochen auch in Zukunft ihren Platz in der Wissenschaft behaupten werden. Krönig hat sein Werk nicht mehr vollendet gesehen. Wie ein letzter Gruß eines starken, auf der Höhe seiner Kraft dahingegangenen Forschers erscheint uns dieses Buch, das durch die geistvolle Mitarbeit und treue Fürsorge Friedrichs zu einem Grundpfeiler der Röntgenologie geworden ist. — Die Ausstattung durch den Verlag ist mustergültig. Albers-Schönberg.

L. Grätz: **Die Atomtheorie in ihrer neuesten Entwicklung.** Stuttgart. J. Engelhorns Nachf. 1918. Mit 30 Abbildungen. Preis M. 2,50.

Das Buch enthält eine allgemein verständliche Darlegung der Anschauungen, welche man in letzter Zeit auf dem Gebiete des Atombaues gewonnen hat, und welche sich bekanntlich hauptsächlich auf die Spektralanalyse der Röntgenstrahlen gründen, so daß sie schon deswegen für unseren Leserkreis von ganz besonderem Interesse sein müssen. Die Vorstellungen sind zwar noch keineswegs abgeschlossen, immerhin aber doch schon soweit gediehen, daß der wissenschaftlich Arbeitende nicht umhin kann, sich ernstlich damit zu beschäftigen. Walter (Hamburg).

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.

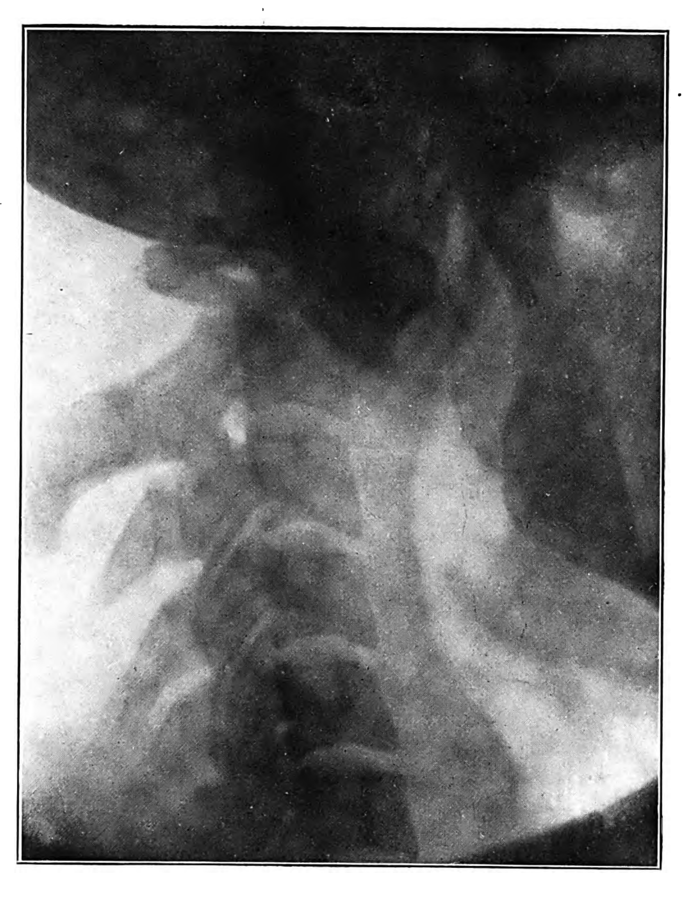


Fig. 1.

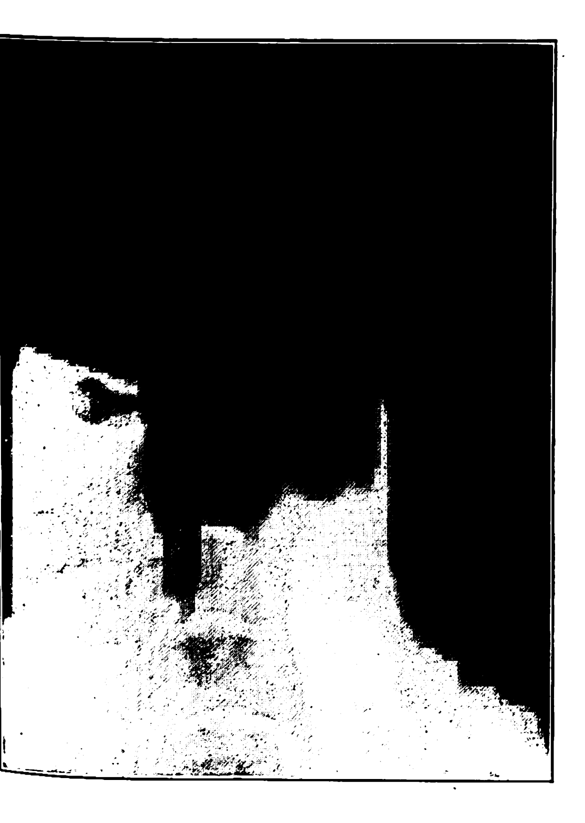


Fig. 2.

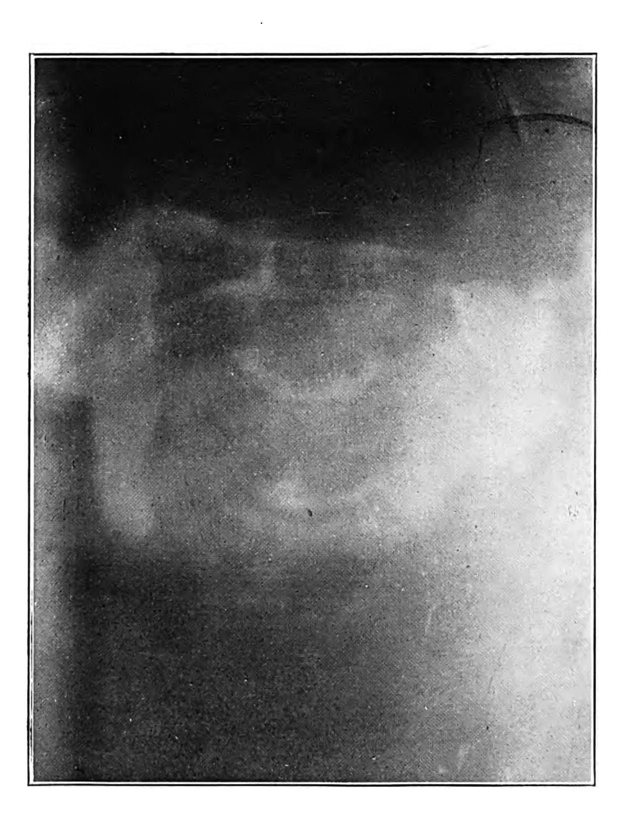


Fig. 3.



Fig. 1.



Fig. 4.



Fig. 2.

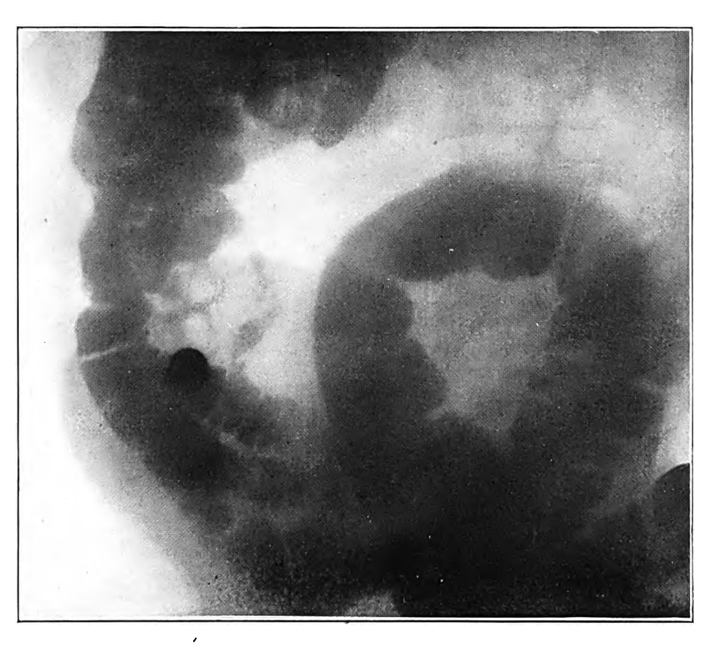


Fig. 5.



Fig. 3.

Fig. 1 zeigt zahlreiche Divertikel verschiedener Form und Größe am S-romanum, darunter einige, die nur bis zur Hälfte mit Kontrastmasse erfüllt sind, während die Spitze von einer Luftblase eingenommen wird, ihre Umrandung aber deutlich zu sehen ist.

Fig. 2. Etwa in der Mitte des Bildes sind ebenfalls zwei zum Teil mit Luft gefüllte, aber weniger deutlich hervortretende Divertikel zu sehen.

Fig. 3. Divertikel am S-romanum, wie bei Fall zwei beschrieben.

Fig. 4. Divertikel im unteren Abschnitt des Colon descendens und am Anfang des S-romanum.

Fig. 5. Marke an der Valvula Bauhini. Von dort aus sieht man den Wurmfortsatz nach oben abgehen. Links oben im Bilde sieht man das Colon ascendens mit 4 großen, fingerförmig gestalteten Divertikeln.

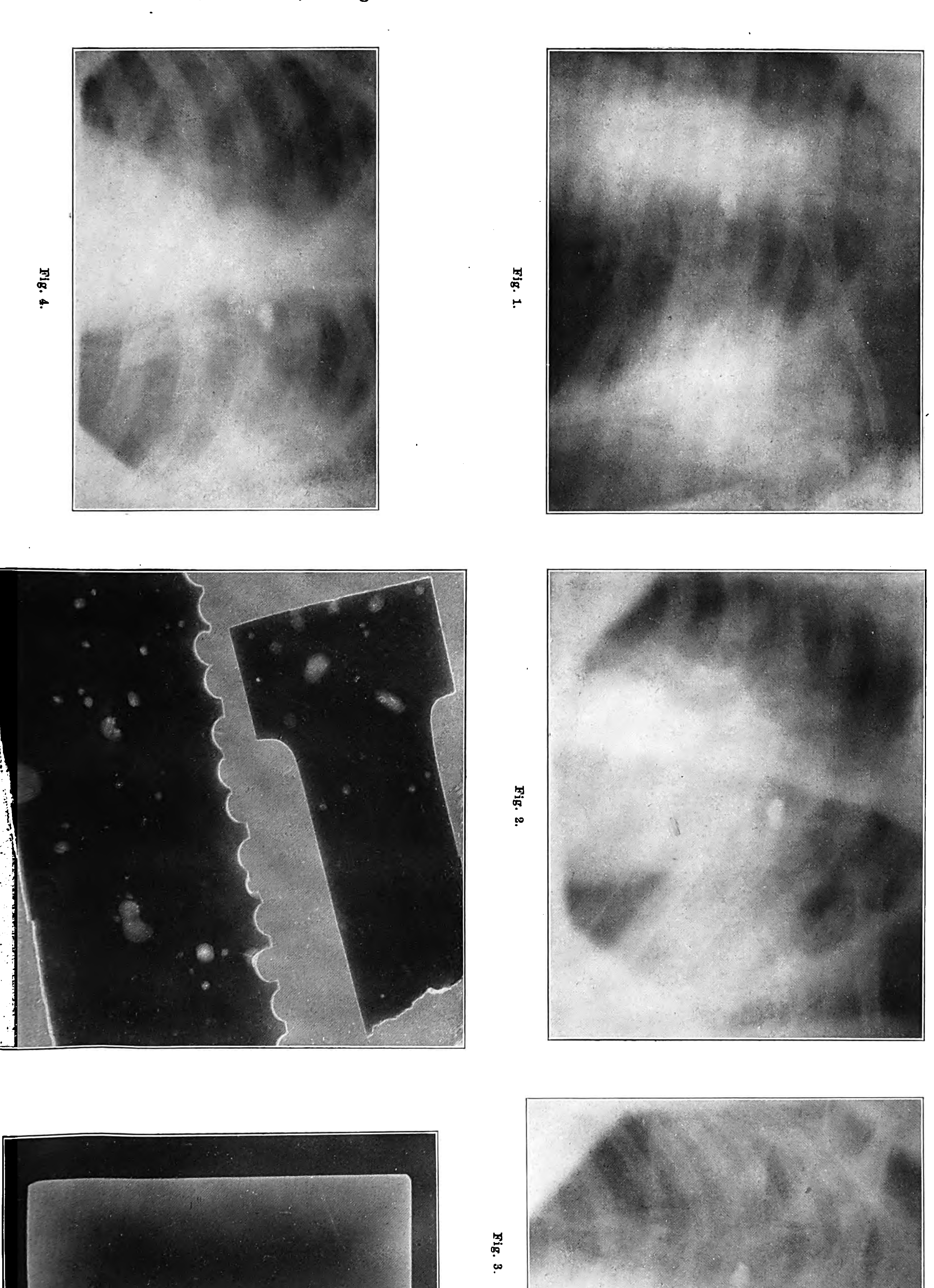


Fig. 4.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. b.

Fig. 3.

Aus der Medizinischen Klinik Heidelberg.

Über die Bedingungen der Röntgenstrahlenenergiemessung bei verschiedenen Impulsbreiten auf luftelektrischem Wege.

Von

Hermann Holthusen.

Die theoretischen Grundlagen der Röntgenstrahlenmessung sind in den letzten Jahren Gegenstand zahlreicher Arbeiten gewesen und weitgehend geklärt worden. Einen der wichtigsten Abschnitte in dieser Entwicklung bildete zweifellos die von Christen[1]) immer wieder herausgearbeitete Trennung der Begriffe von Flächenenergie und Dosis. Eine Anzahl von Fehlern und Trugschlüssen nicht nur in medizinisch-radiologischen, sondern auch in physikalischen Arbeiten beruhen auf der Nichtbeachtung dieses Unterschiedes bei der Strahlenmessung. Man erkannte erst verhältnismässig spät, daß man mit den gangbaren Dosimetern (photographisches Papier, Bariumplatincyanür) nicht eine der Intensität proportionale Größe maß, sondern einen Betrag, der in einem bestimmten Verhältnis zur absorbierten Energie steht. Die Anwendung der Barklaschen Forschungen über die charakteristische Sekundärstrahlung, jetzt gewöhnlich Eigenstrahlung genannt, auf die Absorption im Silber und Bariumplatincyanür, führte dazu, die absolute Geltung der Angaben dieser Dosimeter, welche auf Grund praktischer Erfahrungen bereits längere Zeit in Zweifel gezogen waren, abzulehnen.

Denn in der Gleichung: Dosimeterdosis proportional der absorbierten Gewebsdosis tritt noch ein unbekannter, mit der Härte veränderlicher Faktor auf, welcher für jedes Dosimeter von den Eigenstrahlungen der Elemente abhängig war, aus welchen das Dosimeter bestand. Dasselbe gilt vom Selen, für welches neben der Forderung jeweils gleicher Zusammensetzung der Strahlung sogar noch die Einschränkung gemacht werden muß, daß die Strahlungen nur bei Stromkurven gleicher Form vergleichbar sind[2]). Mit der technischen Durchkonstruktion der Meßinstrumente, welche auf der Leitfähigmachung der Luft durch Röntgenstrahlen beruhen, schien man der Lösung des Problems der Strahlenmessung wesentlich näher gerückt. Aber es zeigte sich, daß die Bedingungen unter denen eine Luftionisationsmessung eindeutig war, durchaus nicht einfach lagen. Vor allen Dingen machte sich bei den für therapeutischen Zwecke vorwiegend gebrauchten härteren Röntgenstrahlen Eigenschaften der Röntgenstrahlung störend geltend, welche ihrer Natur nach schon lange bekannt waren, aber in ihrer Bedeutung für die Strahlenmessung bis in die jüngere Zeit auffallend wenig berücksichtigt wurden; die Inhomogenität der Strahlung und die Sekundärstrahlung. In einer Reihe von Arbeiten wurden diese Erscheinungen meist ausschließlich theoretisch unter dem Gesichtspunkt der durch sie möglicherweise hervorgerufenen Fehlerquellen bei der Strahlenmeßtechnik eingehend erörtert. Während man zunächst in allzu einseitiger Berücksichtigung der ckarakteristischen Sekundärstrahlung als möglicher Fehlerquelle annahm, daß die Luftionisation ohne Einschränkung ein

[1]) Th. Christen, Messung und Dosierung der Röntgenstrahlen. Hamburg 1913. Verlag Lucas Gräfe & Sillem.

[2]) R. Grann, Fortschr. Bd. 23, S. 267. 1916.

Maß für die absorbierte Primärstrahlenenergie ist, weil weder Luft noch Gewebe in dem in Betracht kommenden Strahlungsbereich eigene Strahlungen aussenden[1]), entstanden in neuerer Zeit berechtigte Zweifel[2]), ob der gemessene Ionisationseffekt und die absorbierte Energiemenge überhaupt bei verschiedenen Strahlenhärten miteinander parallel gehen. Es wurde der Eindruck hervorgerufen, daß die Vorbedingungen für eine einwandfreie Strahlenmessung außerordentlich kompliziert sind und daß wir von einer praktisch brauchbaren Methode quantitativ einwandfreier Strahlenmessung noch weit entfernt sind, ja, daß selbst die Energiemessung der Röntgenstrahlung als Laboratoriumsversuch noch ein ungelöstes Problem ist. Durch die Arbeiten des Sonderausschusses für Röntgenstrahlenmessung wurde dieser Eindruck noch verstärkt. Erst in den letzten Arbeiten[3]) wird in erfreulichem Optimismus betont, daß die Dinge in Wirklichkeit wesentlich einfacher liegen als es die oft mit einem Übermaß mathematischer Formeln belasteten einschlägigen Arbeiten vermuten lassen und daß man für eine praktische Strahlenmessung von einer ganzen Reihe komplizierender Erscheinungen absehen kann. Wenn man die Einschränkung macht, daß nur homogene Strahlen und Strahlungen von annähernd der gleichen Härte untereinander verglichen werden, so ist das Problem, die von einer dünnen Gewebsschichte aufgenommene Primärstrahlenenergie, ohne das die oben genannten Fehlerquellen in Betracht kommen, als Maß der dem Gewebe zugeführten Energie zu messen, auf dem Wege der elektrometrischen Untersuchung ohne weiteres lösbar. Für die Praxis ist neuerdings von Küpferle und Lilienfeld ein Instrument konstruiert worden, welches sie als Maximeter bezeichnen und welches unter den angeführten Einschränkungen alle Bedingungen einer quantitativen Strahlungmessung erfüllt.

Aber die Verfasser müssen selber zugeben, daß das von ihnen aufgestellte Maß ein relatives ist, nicht etwa eine absolute Geltung in dem Sinne hat, wie es das von Scilard[4]) aufgestellte Einheitsmaß des „Megamegaions" — wie wir sehen werden allerdings ohne genügende Begründung — darstellen sollte. Sie finden, daß das Problem durch die Forderung, die vom Gewebe aufgenommene Energie ihrem absoluten Betrag nach zu messen, zu kompliziert wird. Und doch birgt erst die Lösung des Problems, die Energie verschiedener Röntgenstrahlungen miteinander zu vergleichen, den Schlüssel für eine erfolgreiche Strahlenmessung. Angaben über „Ovarialdosen" und „Karzinomdosen", wie sie in letzter Zeit besonders von der Freiburger und Erlanger Schule als biologisches Strahlenmaß angestrebt werden, erhalten doch erst dann eine allgemeine, über das betreffende Institut hinausgehende Bedeutung, wenn sie nicht mehr von einer ganz bestimmten Strahlenqualität abhängig sind. Wenigstens gibt das, solange an verschiedenen Orten mit verschiedenen Instrumentarien und Röhren gearbeitet wird, und eine „Einheitsstrahlung" nicht existiert. Vor allem hat die Lösung des eminent wichtigen Problems nach der biologischen Wirkung verschieden harter Röntgenstrahlen zur Voraussetzung, daß man auch verschiedenartige Strahlungen quantitativ miteinander vergleichen kann. Gerade wenn man die zahlreichen, über diesen Gegenstand erschienenen Arbeiten liest, von denen der größte Teil bereits endgültig zu dem Problem Stellung nehmen zu können glaubt, erkennt man, wie wenig gerade dieses Problem bisher in seiner grundlegenden Bedeutung erkannt worden ist.

In dieser Arbeit ist die Aufgabe gestellt, die verschiedenen Faktoren der Energiemessung verschiedener Röntgenstrahlenqualitäten quantitativ zu analysieren, und es wird gezeigt werden, daß nach dem heutigen Stande der Erkenntnis das Problem der vergleichenden Energiemessung von Röntgenstrahlen verschiedener Impulsbreite in erster Annäherung lösbar ist. Nur die Voraussetzung, daß die Strahlung homogen sein muß, bleibt weiterhin bestehen.

---

[1]) G. Grossmann, Fortschr. Bd. 22, H. 1, S. 101. 1914.
[2]) Th. Christen, Phys. Ztschrft. Bd. 17, S. 23. 1916.
[3]) L. Küpferle u. J. E. Lilienfeld, Münch. med. W. 1918, Nr. 16, S. 425.
[4]) B. Scilard, Strahlentherapie Bd. V, S. 742. 1915.

I. Die Problemstellung.

Wenn wir von der in einer dünnen[1]) Schicht absorbierten Strahlenenergie sprechen, so verstehen wir darunter denjenigen Energiebetrag der Primärstrahlung, welcher in der betreffenden Schicht, sei es direkt, sei es auf dem Wege über irgendeine Energietransformation, darin bleibt. Bei dieser Definition ist besonders darauf Nachdruck zu legen, daß nur die Energie als absorbiert gilt, welche die Schicht nicht in irgendeiner Form wieder verläßt. Denn natürlich kann diejenige strahlende Energie, welche zwar aus der primären Richtung abgelenkt oder auch in sekundäre Eigenstrahlung transformiert ist, aber in irgendeiner Richtung aus der gedachten Schicht wieder heraustritt, nicht als absorbiert rechnen. Und der in beliebiger Richtung gestreute, die Schicht aber wieder verlassende Bruchteil der Strahlung ist, wie wir schon sehen werden, prozentual durchaus nicht zu vernachlässigen. Damit entfallen alle Versuche, die absorbierte Energie durch Bestimmung der Intensität vor und hinter dem Filter und Subtraktion dieser beiden Größen zu bestimmen, wie es Wachtel[2]) versucht hat, selbst wenn man den von ihm gemachten prinzipiellen Fehler, die „Intensität" in X-Einheiten zu messen und die Differenz der X-Einheiten voneinander abzuziehen, der inzwischen u. a. von Weissenberg[3]) richtig gestellt worden ist, vermeidet. Denn bei dieser Form der Messung bleibt alle strahlende Energie, welche die absorbierende Schicht in anderer als der Primärstrahlenrichtung verläßt, unberücksichtigt. Bisher existiert kein gangbarer Weg, den Betrag der absorbierten Energie in einer dünnen Gewebeschicht unmittelbar zu bestimmen. Wir müssen vielmehr grundsätzlich darauf verzichten, die im Gewebe absorbierte Energie unmittelbar zu messen, sondern wir können nur so verfahren, daß wir die in einem Testkörper auftretenden Effekte als Maß für die absorbierte Energie nehmen, indem wir eine Relation zwischen ihr und der im Gewebe absorbierten Energie unter Berücksichtigung der jeweiligen Absorptionskoeffizienten bilden. Auf diesem Verfahren beruhen grundsätzlich alle Dosimeterverfahren.

Alle Dosimeterverfahren haben für ihr Geltungsbereich zur Voraussetzung, daß bestimmte bekannte Beziehungen zwischen der von ihnen und der im Gewebe absorbierten Energie bei verschiedenen Strahlungen bestehen; denn die Ausschläge aller Dosimeter sind, auf welchen Effekten sie auch immer beruhen mögen, zunächst einmal proportional der absorbierten Energiemenge, mag es sich um den elektrischen Effekt eines Ionometers, um die Schwärzung eines Quantimeters, oder um die Verfärbung einer Sabouraudschen Tablette handeln. Nun läßt sich nachweisen, daß die in einer dünnen Schicht absorbierte Energie bei verschiedenen homogenen Strahlungen von gleicher Intensität dem Absorptionskoeffizienten proportional ist. Es ist also die Frage zu beantworten, wie sich der Absorptionskoeffizient μ_{A_1} in dem Körper A bei der Impulsbreite 1 beim Übergang zu einer Impulsbreite 2 ändert, wenn der Absorptionskoeffizient der Strahlungen 1 und 2 in dem Körper B sich verhält wie $\mu_{B_1} : \mu_{B_2}$. Diese grundlegende Frage ist erst in jüngster Zeit experimentell entschieden worden. Zwar wurde für große Impulsbreiten (Eigenstrahlungen der Metalle als Strahlenquelle) schon 1909 von Barkla und Sadler[4]) gefunden, daß das Verhältnis der Absorptionkoeffizienten bei Änderung der Impulsbreiten außerhalb des Bereiches selektiver Absorption für verschiedene Substanzen konstant ist. Es lagen aber für kleine Impulsbreiten im Bereich der technischen Strahlenhärten Messungen vor[5]), welche diese Proportionalität bei Änderung des Härtegrades vermissen ließen. Erst durch die Arbeiten von Glocker und eigene Untersuchungen wurden die Abweichungen

[1]) Über den Begriff einer „dünnen" Schicht vgl. Th. Christen, Strahlentherapie Bd. 7, S. 452. 1916.

[2]) H. Wachtel, Fortschr. Bd. 23, H. 3, S. 248. 1915.

[3]) K. Weissenberg, ebenda, H. 6, S. 526. 1916. s. a. Th. Christen, Strahlentherapie Bd. 7, S. 452. 1916.

[4]) C. G. Barkla u. C. A. Sadler, Phil. Mag. 17, S. 739. 1909.

[5]) B. Winawer u. St. Sachs, Phys. Ztschrft. Bd. 16, S. 258. 1915.

quantitativ auf den Einfluß der diffusen Streuung der Röntgenstrahlen zurückgeführt. Für die Absorption gilt daher die Beziehung $\mu_{A_1} : \mu_{A_2} = \mu_{B_1} : \mu_{B_2} = \text{Const.}$ als Grundformel für alle vergleichenden Strahlenmessungen.

II. Energiemessung auf kalorimetrischem Wege.

Wenn in der absorbierenden Schicht keine energiespeichernden, chemischen Reaktionen stattfinden, so muß letzten Endes die Erwärmung derselben das eindeutigste Maß für die absorbierte Energiemenge bilden.

Tatsächlich ist denn auch von physikalischer Seite, wenn es sich um die Energiemessung der Röntgenstrahlen handelte, meist der kalorische Effekt der Strahlung bestimmt worden. Bei diesen Untersuchungen[1]) handelte es sich um die Messung der Gesamtenergie der Strahlung. Diese wurde auf thermoelektrischen oder wie z. B. in den eingehenderen Messungen von Angerer[2]) auf bolometrischem Wege bestimmt. Für unsere Fragestellung nach der in einer dünnen Schicht absorbierten Energie schien von vornherein die bolometrische Methode geeignet. Man dürfte wegen der Eigenstrahlung zwar nicht wie Angerer ein Platinblech als Bolometer nehmen, aber man könnte ein Bolometer aus dünnem Aluminiumblech herstellen und dann in analoger Versuchsanordnung aus der Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit unter dem Einfluß der Bestrahlung die Erwärmung der Flächeneinheit bestimmen und daraus die in der Aluminiumschicht absorbierte Energie berechnen. Man könnte diese Messung bei verschiedenen Intensitäten und verschiedenen Härtegraden ausführen und an eines der gebräuchlichen Dosimeter anschließen und hätte dann wenigstens eine Eichung in einem absoluten Maß vorgenommen. Aus manchen Angaben in der Literatur[3]) wird der Eindruck erweckt, als wenn derartige Versuchsreihen bereits vorliegen und besonders die Versuche von Angerer herangezogen, aus denen die Proportionalität der bolometrisch gemessenen Energie mit der auf elektrischem Wege gemessenen Trägerbildung hervorgehen soll. Angerer maß aber, worauf auch Glocker neuerdings aufmerksam macht, nur bei verschiedenen Intensitäten derselben Strahlenqualität, so daß seine Versuche über die Vergleichbarkeit von Strahlungen verschiedener Impulsbreiten durch Ionisationsmessung nichts aussagen.

Aber abgesehen von der Subtilität der Methode, bei der die Genauigkeit der Messung eine beschränkte ist, abgesehen davon, daß der Effekt, wenn es sich um wenig absorbierende Metalle handelt, noch erheblich kleiner sein würde als bei den bisher vorliegenden bolometrischen Röntgenstrahlenmessungen, bei welchen Platin, also ein Metall mit großer Absorption pro Masseneinheit benutzt wurde, sind gegen die Methode bei härteren Strahlen von vornherein prinzipielle Bedenken zu erheben. Nach allem, was man weiß, wird die Energie der Röntgenstrahlung bei der Absorption nicht unmittelbar in Wärmebewegung übergeführt, sondern in Energie ausgelöster Kathodenstrahlen umgewandelt, deren Geschwindigkeit und damit auch Durchdringungsfähigkeit mit abnehmender Impulsbreite zunimmt. Im Falle einer bolometrischen Messung an einem dünnen Aluminiumblech liegen, wie wir später sehen werden (S. 223), die Dinge so, daß bei einer harten Strahlung ein beträchtlicher, aber zunächst unbekannter Teil der aufgenommenen Energie die Schicht in Form von Kathodenstrahlung wieder verläßt. Hierbei verhalten sich, wie wir ebenfalls später sehen werden, Metall und Gewebe bei gleicher absorbierter Energie nicht gleich. Die Relation zwischen Gewebe und Metall bei verschiedenen Härten in bezug auf die absorbierte Energie ist damit von Faktoren abhängig geworden, die nicht ohne weiteres als bekannt vorausgesetzt werden können.

Diese Bemerkungen mußten vorausgeschickt werden, um dem Einwand zu begegnen, daß

---

[1]) Eine Zusammenstellung bei B. Pohl. Die Physik der Röntgenstrahlen, Verlg. Vieweg. 1912.

[2]) E. Angerer, Annalen der Phys. 21, S. 87. 1906.

[3]) B. Pohl, l. c. S. 133.

wir mit dem Versuch, die absorbierte Energie auf luftelektrischem Wege zu messen, uns von vornherein auf einem wenig verheißungsvollen Umwege befinden.

III. Energiemessung durch Ionisation.

Die Messung der durch Röntgenstrahlen erzeugten Leitfähigkeit der Luft ist vor allem deswegen zur Strahlenmessung benutzt worden, weil sie sehr empfindlich und verhältnismäßig leicht auszuführen ist. Wir messen dabei auf elektrometrischem oder galvanometrischem Wege die Zahl der Elektrizitätsträger, welche unter der Strahlenwirkung in der Luft gebildet worden sind.

Man hat, wie gesagt, lange Zeit angenommen, daß die Ionisation eines nicht selektiv absorbierenden Gases der „Intensität" der Strahlung proportional ist und stützte sich dabei auf die schon genannten Untersuchungen Angerers, bei denen aber nur Strahlungen gleicher oder doch ähnlicher Impulsbreite untereinander verglichen wurden. Aber ganz abgesehen davon, daß beim Vergleich von Strahlungen verschiedener Impulsbreiten die Absorption eine Rolle spielt und deshalb höchstens Proportionalität mit der absorbierten Energie bestehen würde, trifft auch die früher angenommene[1]), neuerdings mit Recht bezweifelte[2]) Voraussetzung, daß die absorbierte Energie und Ionisation proportionale Größen sind, für verschiedene Impulsbreiten nicht mehr zu. Experimentelle Untersuchungen liegen darüber zwar bisher nicht vor, aber rein theoretische Erwägungen machen wahrscheinlich, daß bei gleicher absorbierter Energie die härtere Strahlung eine größere Ionisationswirkung hervorruft als die weichere[3]). Um diese für die Strahlenmessung entscheidende Frage näher zu prüfen, müssen wir uns mit den physikalischen Vorgängen bei der Trägerbildung durch Röntgenstrahlen etwas näher beschäftigen.

A. Ausnützung der ausgelösten Kathodenstrahlen.

Über die Art, wie eine Wellenstrahlung die Luft leitend macht, ist nach Entdeckung des sogenannten „lichtelektrischen Effektes" vor allem durch die Untersuchungen von Lenard[4]) Klarheit geschaffen worden, welcher zeigte, daß eine kurzwellige (ultraviolette) Lichtstrahlung bei ihrer Absorption in der Materie, in Metallen oder in der Luft[5]) rasch bewegte Elektronen zur Auslösung bringt, d. h. also Kathodenstrahlen, welche mit bestimmter Geschwindigkeit vom Orte der Absorption ausgeschleudert werden. Etwas ganz Analoges findet bei der Absorption von Röntgenstrahlen statt. Bei der Absorption der Wellenstrahlen in den Atomen werden Kathodenstrahlen mit großer Geschwindigkeit nach beliebigen Richtungen ausgesandt. Die Kathodenstrahlen lösen ihrerseits bei ihren Zusammenstößen mit den Atomen aus diesen Elektronen aus und spalten sie so in negative und positive Träger, welche unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes an die positive bzw. negative Elektrode wandern und dadurch die Leitfähigkeit des Gases bedingen. Am sinnfälligsten werden diese Vorgänge durch die bekannten Wilsonschen Versuche zur Darstellung gebracht. Wilson[6]) vermochte bekanntlich durch plötzliche Expansion eines mit Wasserdampf übersättigten Gases in bestimmten Grenzen die Kondensation des Wassers auf die Orte, an denen sich Elektrizitätsträger befanden, zu be-

---

[1]) G. Grossmann, Fortschr. d. R. Bd. 22, H. 1, S. 101. 1914.
Th. Christen, Phys. Ztschrft. Bd. 16, S. 362. 1915.
F. Voltz, Zentralb. f. R.-Strahlen Bd. 7, S. 289. 1916.

[2]) Th. Christen, Phys. Ztschrft. Bd. 17, S. 23. 1916.
R. Glocker, Phys. Ztschft. Bd. 18, S. 302. 1917.

[3]) Über die Berechtigung der von Glocker, Phys. Ztschrft. Bd. 18, 1917, S. 307, geltend gemachten Gründe vgl. S. 227 Fußnote.

[4]) P. Lenard, Ann. d. Phys. 2, S. 359. 1900.

[5]) P. Lenard, Ann. d. Phys. 3, S. 298. 1900.

[6]) C. T. R. Wilson, Jahrb. d. Radioakt. u. Elektr. Bd. 10, S. 34. 1913.

schränken und so die Bahnen der von einem Röntgenstrahlenbündel ausgelösten Kathodenstrahlen sichtbar zu machen (Fig. 1). Seine Versuche geben keinen Anhalt dafür, daß noch auf andere Weise als auf dem Umweg über sekundäre Kathodenstrahlen Trägerbildung im Gase stattfindet. Wilson konnte bei seinen Versuchen unmittelbar die Weglänge der Kathodenstrahlen messen, die bei der Absorption der Röntgenstrahlen ausgelöst wurden. Er fand sie im Durchschnitt zu $^3/_4$—1 cm. Es kamen jedoch auch Bahnen bis zu 2 cm Länge vor. Leider finden sich keine Angaben über die Härte der benützten Röntgenstrahlen. Jedenfalls zeigt ein Blick auf ein nach der Wilsonschen Methode gewonnenes Bild von dem Ionisierungsvorgang bei der Absorption eines Röntgenstrahls, daß die Vorgänge der Ionisierung sich nicht auf den von dem Röntgenstrahl durchmessenen Luftraum beschränken, nicht nur am Orte der Absorption des Röntgenimpulses stattfinden, sondern sich auf einen ganz erheblichen Raum verteilen. Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß unter diesen Umständen nur unter ganz bestimmten geometrischen Bedingungen der Meßanordnung die maximale ionisierende Wirkung der Absorption eines Röntgenimpulses gemessen werden kann.

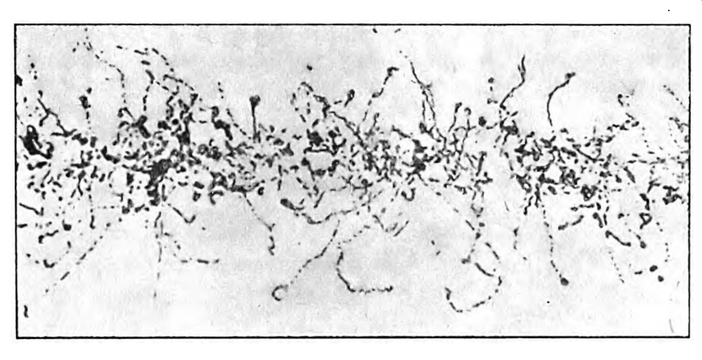


Fig. 1.

Wir müssen aber für eine quantitative Untersuchung als Erstes die Forderung aufstellen, daß die maximale Trägerbildung gemessen wird. Diese Forderung ist, wenn es sich um den Vergleich verschiedener Strahlungen handelt, ebenso wichtig wie die Erreichung von Sättigungsstrom. Unter diesem Gesichtspunkt hat die Konstruktion des Meßraumes zu erfolgen.

Bei den Untersuchungen, über die im folgenden berichtet werden soll, lehnte sich die Versuchsanordnung insofern an die von Küpferle und Lilienfeld¹) beschriebene an, als ein schmales Strahlenbündel in großer Entfernung von der Antikathode untersucht wurde (Fig. 2).

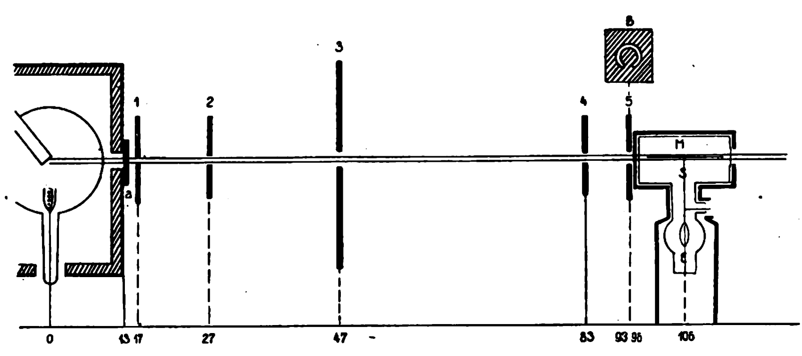


Fig. 2.

a Vorfilter zur Härtung der Primärstrahlung
B Frontalansicht von Blende 5.
1—5 Blenden aus 2 mm dickem Blei.
M Meßraum.
S Stabelektrode.
E Fadenelektroskop.

Die Röntgenröhre war in einem allseitig geschlossenen, mit Blei ausgeschlagenen Holzkasten untergebracht. Ein schmales Strahlenbündel fiel durch eine Reihe auswechselbarer, auf einer optischen Bank der Firma Zeiß montierter Bleiblenden. Der Abstand des Antikathodenspiegels und die Mitte des Meßraumes betrug 106 cm. Die Ablesungen wurden mit einem Quarzfadenelektrometer von Spindler & Hoyer gemacht, dessen Empfindlichkeit etwa 1 Volt/Skt.

¹) L. Küpferle u. J. E. Lilienfeld, Grundlagen der Tiefentherapie, Freiburg 1917, und J. E. Lilienfeld, Fortschr. d. R. Bd. 25, S. 77. 1917.

betrug. Zur Aufladung diente die Stadtspannung, welche in allen Fällen genügte, um Sättigungsstrom zu erreichen. Die Untersuchungen wurden mit der Glühkathodenröhre (Siemens & Halske) gemacht[1]).

Für die Konstruktion des Meßraumes selber war die Forderung der maximalen Ausnutzung der sekundären Kathodenstrahlen maßgebend. Am praktischsten erwies sich die Konstruktion nach der Art eines Zylinderkondensators (Fig. 3). Seine Achse bildete eine Aluminiumstabelektrode von 2 mm Durchmesser, welche durch einen ebenso dünnen, senkrechten, mit den inneren Teilen des Elektrometers in Verbindung stehender und gegen die äußeren Teile durch Bernstein isolierten Aluminiumstab gehalten wurde. Es wurde darauf Wert gelegt, daß das Strahlenbündel außer bei seinem Ein- und Austritt in den Meßraum weder die Wand noch die Innenelektrode desselben streifte. Zu diesem Zweck wurde dem Strahlenbündel die Form eines nicht ganz geschlossenen 4 mm breiten Kreisringes gegeben, dessen Mittelpunkt mit der Achse der Stabelektrode zusammenfiel und dessen Durchmesser 0,9 mm betrug. Es war durch entsprechend geschnittene Bleiblenden aus dem Primärstrahlenbündel ausgeblendet. An der Stelle des Ein- und Austritts des Strahlenbündels hatte der Meßraum ein Fenster von paraffiniertem Papier. Der Meßraum und das ganze Elektrometer waren durch 2 mm dickes Blei vollständig gegen Strahlungen von außen geschützt. Die Dimensionen des Meßraumes (Länge und Durchmesser) hatten sich nach der Länge der Flugbahn der von Röntgenstrahlen ausgelösten sekundären Kathodenstrahlen zu richten.

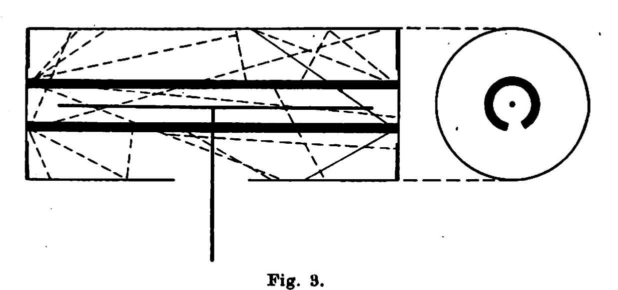


Fig. 3.

Daß die Ionisation der sekundären, bei der Röntgenstrahlenabsorption entstehenden Kathodenstrahlen in kleinen Meßräumen nicht voll ausgenutzt wird, wurde schon 1906 von Herweg[2]) experimentell dadurch bewiesen, daß er durch Anlegen eines Magnetfeldes an die Meßkammer die Elektronen auf Zykloiden ablenkte und dadurch die Ionisation unter Umständen auf mehr als das Doppelte steigern konnte. Auf einfacherem Wege läßt sich dasselbe dadurch zeigen, daß man ohne Veränderung des Strahlenbündels und des bestrahlten Luftvolums die Dimensionen des Meßraumes verändert, als bei gleichbleibender Länge des Meßraumes seinen Durchmesser verkleinert. So wurde z. B. ein Meßraum von 8 cm Durchmesser mit einem solchen von 2,5 cm Durchmesser verglichen. Das bestrahlte Luftvolum blieb in beiden Fällen das gleiche, nur das Gesamtluftvolum änderte sich. Trotzdem findet man bei dem kleinen Meßraum einen bis zu 30 % niedrigeren Wert der Ionisation. Unter Berücksichtigung der verschiedenen Kapazität[3]) der beiden Meßräume ergaben sich, nach abnehmenden Impulsbreiten geordnet, folgende Werte für das Intensitätsverhältnis im kleinen und großen Meßraum bei ein und derselben Strahlung.

Härte	Filter	Intensitätsverhältnis
1	—	0·99
5	1 mm Al.	0·95
10	5 mm Al.	0·70

Das Intensitätsverhältnis wird mit abnehmender Impulsbreite kleiner, was besagt, daß

[1]) Die Härteeinstellungen sind in den Tabellen jedesmal angegeben. Härte 1 entsprach etwa 20 Kilovolt.

[2]) J. Herweg, Ann. d. Phys. Bd. 19, S. 333. 1916.

[3]) Die Kapazität des großen Meßraums betrug 14·0 el. stat. Einh., die des kleinen Meßraums 15·3.

sich die Ausnutzung der sekundären Kathodenstrahlen im kleinen Meßraum mit zunehmender Härte verringert. Dies wird verständlich, wenn wir berücksichtigen, daß mit abnehmender Impulsbreite die Geschwindigkeit der ausgelösten Kathodenstrahlen und damit auch die Länge ihrer Flugbahn zunimmt. Dieses vom lichtelektrischen Effekt bekannte Verhalten wurde für Röntgenstrahlen durch die Untersuchungen von Beatty[1]) verifiziert, welcher fand, daß die Geschwindigkeit der an Silber erzeugten Sekundärkathodenstrahlen mit der Härte der primären Röntgenstrahlung anwuchs, und ist seitdem häufig bestätigt. Andererseits gibt es bisher keine Versuche, aus denen hervorgeht, daß die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen von der Intensität abhängig ist[2]). Seitdem die Wellennatur der Röntgenstrahlen zweifelsfrei erwiesen ist, steht nichts mehr im Wege bei der dem lichtelektrischen Effekt so vollständig analogen Erscheinung der Kathodenstrahlauslösung auch die quantitativen vom Photoeffekt bekannten Beziehungen[3]) zwischen Wellenlänge und Kathodenstrahlgeschwindigkeit auf die Röntgenstrahlen zu übertragen. Die Vorgänge bei der Energietransformation einer Wellenstrahlung in eine korpuskulare Strahlung lassen sich nach Einstein ausdrücken durch das Gesetz

$$h \cdot \nu = \frac{m}{2} v^2 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

wenn m und v Masse und Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen, ν die Schwingungszahl der Wellenstrahlung und h die sogenannte Plancksche Konstante das „Wirkungsquantum“ $h = 6{,}47 \times 10^{-27}$ bedeutet. In Worten besagt die Gleichung, daß die maximale, bei einer Transformation eines Wellenimpules in einen Kathodenstrahl in diesem auftretende Energie der Schwingungszahl der Welle proportional ist. Wir können also jeweils die maximalen sekundären Kathodenstrahlengeschwindigkeiten berechnen, wenn die Impulsbreite der Strahlung bekannt ist. Solange die direkte spektrale Methode der Kristallinterferenzen zur Bestimmung der Wellenlänge λ einer Röntgenstrahlung noch nicht technisch brauchbar ist, sind wir darauf angewiesen, λ auf indirektem Wege zu bestimmen.

Nach Siegbahn[4]) und Kossel[5]) besteht eine lineare Beziehung zwischen den Logarithmen der Absorptionskoeffizienten μ/ϱ und der Wellenlänge λ, so daß man für den Absorptionskoeffizienten einen Ausdruck von der Form

$\mu/\varrho = A\lambda^x$ bekommt, in dem A und x Konstanten sind. Für Aluminium fand Siegbahn $A = 13$, $x = 2{,}8$.

Es bedarf also nur einer Bestimmung des Absorptionskoeffizienten μ/ϱ Al., um daraus λ-, ν- und v-Kathodenstrahlen zu berechnen.

Bei der Bestimmung von μ/ϱ im Bereich der für therapeutische Zwecke benutzten Impulsbreiten muß man sich darüber klar sein, daß eine Größe gemessen wird, die sich aus Absorption und Streuung zusammensetzt. Denn bei dem Durchgang der Strahlung durch eine materielle Schicht wird sie nicht nur durch Absorption, sondern auch durch Streuung geschwächt. Wir können aber, wie in neueren Arbeiten[6]) gezeigt ist, bei Benutzung eines Strahlenbündels mit kleinem Querschnitt und großer Entfernung des Filters vom Meßraum eine Größe g als Maß für die Gesamtabsorption messen, welche eine einfache Addition des Absorptionskoeffizienten und Streuungskoeffizienten ist.

In der bekannten Formel

$$\mu = \frac{\log \text{nat } 2}{\text{H. W. S.}}$$

ist in diesem Falle das μ durch $\mu + \varrho$ zu ersetzen. Nachdem neuerdings durch eingehende,

---

[1]) R. T. Beatty, Proc. Cambr. Soc. 15, S. 416. 1911.
[2]) P. D. Innes, Proc. Royal Soc. A. 79, S. 442. 1907.
[3]) C. Ramsauer, Ann. d. Phys. Bd. 45, S. 1121. 1914.
[4]) M. Siegbahn, Phys. Ztschrft. Bd. 15, S. 753. 1914.
[5]) W. Kossel, Verh. d. D. phys. Ges. Bd. 16, S. 898. 1914.
[6]) R. Glocher, Phys. Ztschrft. Bd. 19, S. 66. 1918.

darauf gerichtete Messungen[1]) der Wert des Streuungskoeffizienten für den in Betracht kommenden Strahlungsbereich bestimmt worden ist, kann auch diese Schwierigkeit als überwunden gelten.

Mit der Kenntnis der Elektronengeschwindigkeit haben wir aber jenen Wert gewonnen, welcher alle Eigenschaften der Elektronen zahlenmäßig bestimmt. Handelt es sich um die Frage der Ausdehnung ihres Wirkungsbereiches in der Luft, so ist dafür die Größe ihrer Absorption maßgebend. Die Vorgänge bei der Kathodenstrahlenabsorption, durch die Arbeiten Lenards ihrem Wesen nach zuerst erklärt, sind heute hauptsächlich durch die Forschungen seiner Schule über ein weites Geschwindigkeitsintervall genau bekannt[2]). Man muß sich vorstellen, daß die Elektronen auf ihrer Bahn durch die elektrischen Kraftfelder der Atome, mit denen sie zusammentreffen, beeinflußt werden. Kommen sie den Kraftzentren der Atome nahe, so werden sie vollständig absorbiert; bleiben sie ihnen ferner, so werden sie nur von ihrer Bahn abgelenkt und verlieren wenig von ihrer Geschwindigkeit. Wann und nach wieviel Zusammenstößen mit Atomen die völlige Absorption stattfindet, unterliegt für das einzelne Elektron den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit, wobei Geschwindigkeit und Dichte der Materie die bestimmenden Faktoren sind. Ein Kathodenstrahlenbündel wird also auf seiner Bahn rasch an Intensität, langsam an Geschwindigkeit verlieren. Man kann deswegen bei den Kathodenstrahlen nicht wie bei α-Strahlen eine bestimmte Reichweite definieren, welche für jede Anfangsgeschwindigkeit eine bestimmte Größe hat. Im folgenden ist als „Wirkungsweite" der Kathodenstrahlen diejenige Strecke definiert, in welcher die Intensität der Strahlung in Luft auf 1 °/₀ ihres Anfangswertes abgefallen ist. Die Werte der Tabelle 9 und Tabelle 1, Kolumne 6, entstammen den Zusammenstellungen Lenards. Die Werte für die Wirkungsweite wurden aus einer Kurve entnommen, welche für den Geschwindigkeitsbereich 0·9 bis 0·1 der Lichtgeschwindigkeit den Zusammenhang zwischen Absorption in Aluminium, Abnahme der Intensität und Geschwindigkeit zur Darstellung bringt[3]). Für die Umrechnung auf Luft wurde die Dichte des Aluminiums zu 2·7, die Dichte der Luft zu 0·0012 angenommen.

Wenn auf diese Weise auch nur Näherungswerte gegeben sind, so kann man sich doch an der Hand dieser Zahlen und Formeln eine Vorstellung machen von dem Zusammenhang zwischen der Natur der Röntgenstrahlung, gemessen an ihrer Halbwertschicht, bzw. ihrem Absorptionskoeffizienten und der Wirkungsweite der durch sie ausgelösten Kathodenstrahlen. In der Tabelle 1 sind für Strahlungen von der Halbwertschicht 0·1 bis 20 mm Aluminium die Zusammenhänge zwischen Absorptionskoeffizient und Impulsbreite der Röntgenstrahlung einerseits, Geschwindigkeit und Wirkungsweite der ausgelösten Kathodenstrahlen andererseits tabellarisch geordnet.

Zu berücksichtigen ist dabei, daß die in Tabelle 1 angegebenen Absorptionskoeffizienten (und Halbwertschichten) die wahren Absorptionskoeffizienten (und Halbwertschichten) sind, welche aus den praktisch gemessenen erst durch Berücksichtigung der Streuung berechnet werden können und erheblich niedriger (höher) sind als diese (vgl. S. 225). So entspricht z. B. einem gemessenen Absorptionskoeffizient von 0.32 nach Abzug des Massenstreuungskoeffizienten von 0.15[4]) ein wahrer Absorptionskoeffizient von 0.17 und der gemessenen Halbwertschicht von 8 mm Aluminium eine wahre Halbwertschicht von 15 mm.

Ein Vergleich von Kolumne 1 und 7 lehrt, daß bei den harten Strahlen die Wirkungsweite bereits eine Länge von 10 cm erreicht. Die Forderung nach einer vollständigen Ausnutzung der sekundären Elektronenstrahlung setzt deswegen für harte Röntgenstrahlen Meßräume erheblicher Dimensionen voraus. Ein Meßraum von 20 cm Durchmesser und 25 cm

[1]) H. Holthusen, Phys. Ztschrft. Bd. 20, H. 1, S. 5. 1919.

[2]) P. Lenard, „Quantitatives über Kathodenstrahlen aller Geschwindigkeiten." Sitzgsber. Hdlb. Akad. d. W. 1918.

[3]) l. c. Tab. III—VI.

[4]) H. Holthusen, Phys. Ztschrft. Bd. 20, H. 1, S. 5. 1919.

Länge dürfte sich praktisch für Strahlen mit einer Halbwertschicht bis 15 mm Aluminium als ausreichend erweisen. Die bei der Verwendung von Meßräumen derartig großer Abmessungen eintretende Verminderung der elektrischen Feldstärke kann durch Vergrößerung der Spannung zwischen Außenwand und Innenelektrode überwunden werden. In den folgenden Messungen, in denen zunächst die Erscheinungen bei der Luftionisationsmessung geprüft werden sollten, wurden im allgemeinen Meßräume kleinerer Dimensionen verwendet, deren Abmessungen jedesmal angegeben sind. Daß für diese auch mit der Stadtspannung (angelegte Spannung im Mittel 180 Volt) bereits der Sättigungswert erreicht war, geht durch Versuche hervor, bei denen die Intensität von 2—20 Milliampere gesteigert wurde und bei ein und derselben Strahlung Proportionalität zwischen angelegter Milliamperezahl und gemessener Ionisation bestand, andererseits durch gleichbleibende Wirkung bei Variation der Spannung zwischen 210 und 150 Volt.

Die von sehr harten Röntgenstrahlen ausgelösten Kathodenstrahlen haben bereits eine erhebliche Durchdringungstiefe und durchsetzen Aluminiumschichten von der Größenordnung einiger hundertstel Millimeter. Danach wird es klar, wie wenig geeignet zur Energiemessung harter Strahlen die früher erwähnte bolometrische Methode ist, bei welcher mit den aus dem Metallblech austretenden Elektronen ein großer Bruchteil der absorbierten Energie der Umbildung in Wärmeenergie verloren geht.

B. Volumeffekt und Oberflächeneffekt.

Wir hatten uns die Aufgabe gestellt, die in einer dünnen Schicht absorbierte Energie zu messen. In unserer Meßanordnung stellt die 20 cm lange Luftstrecke diese Schicht dar, die man wegen der geringen Dichte der Luft nach der von Christen gegebenen Definition immer noch als „dünn" bezeichnen kann. Aber wir messen nicht nur die Ionisation der Kathodenstrahlen, welche bei der Absorption der Röntgenstrahlen in dieser Luftschicht gebildet werden, sondern hinzu addiert sich eine Strahlung, die von der Wand des Meßraumes ausgeht, da wo das Strahlenbündel in den Meßraum eintritt und wo es ihn wieder verläßt.

Es erhebt sich die Frage, wie weit erhöht die Wandstrahlung, selbst wenn man sie auf ein Minimum reduziert[1]), die Luftabsorptionsstrahlung; wie groß ist der Oberflächeneffekt im Vergleich zum Volumeffekt?

Wenn man davon ausgeht, daß die Vorgänge bei der Absorption von Röntgenstrahlen von dem Aggregatzustand unabhängig sind, wie es von Beatty[2]) für Selen nachgewiesen wurde, daß also dasselbe geschieht, wenn ein Röntgenimpuls in der gasförmigen Luft absorbiert wird oder in einem festen Metall, so kann man sich zunächst rein theoretisch eine Vorstellung davon machen, was geschehen muß, wenn eine Strahlung die Grenzfläche eines festen und gasförmigen Körpers durchsetzt.

Man kann annehmen, daß in einem festen Körper, z. B. einem Metall bei der Absorption von Röntgenstrahlen ebenso wie in einem Gase sekundäre Kathodenstrahlen ausgelöst werden, die im allgemeinen infolge der großen Dichte der Metalle in der unmittelbaren Umgebung ihres Entstehungsortes wieder absorbiert werden. Nur an der Grenzfläche gegen ein Gas vermögen die Kathodenstrahlenteilchen die Oberfläche zu erreichen und in die Luft einzudringen. Die Dicke x der Grenzschicht (Fig. 4) aus der noch Elektronen bis in das Gas gelangen, wird abhängig sein:

1. von der Bewegungsrichtung der Kathodenstrahlen,
2. von der Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen,
3. von der Dichte des festen Körpers.

[1]) Daß die Annahme von Herweg (Phys. Ztschrft. Bd. 11, S. 170, 1910) und Beatty (Proc. Cambr. Soc. 15, S. 492, 1910), wonach Papier keine sekundären Kathodenstrahlen aussenden soll, nicht richtig ist, wurde schon durch die Untersuchungen von Laub (J. Laub, Ann. d. Phys. Bd. 46, S. 785, 1914) gezeigt und durch unsere eigenen Messungen bestätigt.

[2]) R. T. Beatty, Proc. Royal Soc. A. 85, S. 230. 1911.

Fassen wir nur die Kathodenstrahlen ins Auge, deren Richtung gleichsinnig zur auslösenden Wellenstrahlung senkrecht zur Oberfläche steht, und setzen wir die Dichte des Körpers = 1, so gibt x diejenige Schichtdicke eines Einheitskörpers an, aus der im günstigsten Falle gerade noch Kathodenstrahlen die Oberfläche erreichen. Diese Reichweite ist nichts anderes, als was wir schon im vorigen Abschnitt bei der Betrachtung der Ausnutzung der Strahlung in der Luft als Wirkungsweite bestimmt haben und nimmt beim Übergang der Primärstrahlung zu kleinen Impulsbreiten zu.

Passiert ein Röntgenstrahlungsbündel in der in der Figur 4 durch S angedeuteten Weise eine feste Schicht, z. B. ein Aluminiumblech und geht dann durch einen begrenzten Luftraum, so ist die in dem Luftraum gemessene Leitfähigkeit eine Folge einerseits der Elektronenstrahlung, welche aus der im Luftraum absorbierten Röntgenenergie entstanden ist, andererseits eine Folge der Oberflächenelektronenstrahlung. Letztere stellt, wenn das Verhältnis der absorbierten Energiemengen in der Volumeinheit des festen und gasförmigen Körpers bei verschiedenen Impulsbreiten der Primärstrahlung konstant ist, einen von x abhängigen und daher mit der Geschwindigkeit der Elektronen zunehmenden Bruchteil der gesamten zur Trägerbildung führenden Korpuskularstrahlung dar.

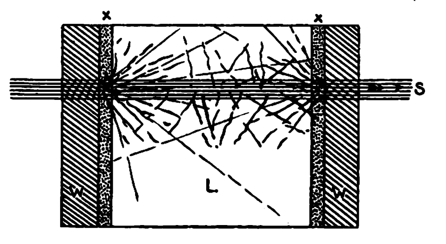


Fig. 4.
S Primärstrahlenbündel.
W Wand.
x Wirksame Schichtdicke.
L Luftraum.

Darin liegt ein wichtiger grundsätzlicher Unterschied zwischen Wandstrahlung und Luftstrahlung.

Wir sind ausgegangen von der Forderung nach einem Maß für die von der Volumeinheit absorbierte Energie und erkennen jetzt in der Wandstrahlung ein Plus an Wirkung bei jeder Luftleitfähigkeitsmessung, welches der absorbierten Energie nicht proportional geht.

Es ist also für unsere Aufgabe von entscheidender Bedeutung, zu erfahren, wie groß diese Oberflächenwirkung ist, in welcher Weise sie vom Material der Wand abhängt und ob sie sich in einer für praktische Messungen ausreichenden Weise auch für harte Strahlen ausschalten läßt.

Es hat nie der Nachweis erbracht werden können, daß die Art der Materie einen Einfluß hat auf die Geschwindigkeit der von Röntgenstrahlen ausgelösten Kathodenstrahlen[1]). Auch in der Einsteinschen Formel (1) spielt die Natur des Körpers, in dem die Umsetzung stattfindet, keine Rolle. Gerade darin besteht der grundsätzliche Unterschied zwischen der monochromatischen Eigenstrahlung, sowohl korpuskularer, wie Wellenstrahlung und der uncharakteristischen sekundären Kathodenstrahlung.

Aber es ist bekannt, daß auch außerhalb des Gebietes selektiver Absorption bei Körpern mit höheren Atomzahlen die durch Röntgenstrahlung ausgelöste sekundäre Kathodenstrahlung intensiver ist als bei solchen mit niedrigeren Atomgewichten[2]). Daß auch die leichten Metalle wie Aluminium noch eine erhebliche Wandstrahlung aussenden, wurde bei Arbeiten über die Trägerbildung bei Röntgenstrahlen stets störend empfunden. Um die Wandstrahlung herabzusetzen, wurde die Innenfläche der Meßräume mit Schellack, Gelatine, Paraffin oder Graphit[3]) überzogen. Wenn die Geschwindigkeit und damit auch die Durchdringungsfähigkeit der Kathodenstrahlen von gleicher primärer Wellenstrahlung in verschiedenen Elementen dieselbe ist, so kann die Dicke der Oberflächenschicht, aus welcher die „Wandstrahlung" kommt, nur von der Absorption der Kathodenstrahlen abhängen. Durch die grundlegenden Untersuchungen von

---

[1]) Siehe z. B. C. A. Sadler, Phil. Mag. 19. 1910.
[2]) Innes, Proc. Royal Soc. A. 79, S. 442. 1908.
C. A. Sadler, l. c.
[3]) H. v. Dechend, H. Iten u. H. Wintz, Fortschr. Bd. 25, S. 330. 1918.

Lenard[1]) wissen wir, daß die Absorption der Kathodenstrahlen der Masse proportional ist. Die Abweichungen, welche in neuerer Zeit von diesem Gesetz festgestellt wurden, sind nicht so erheblich, um bei dieser Erörterung, bei der es sich um leicht atomige, im periodischen System nahe beieinanderstehende Elemente handelt, berücksichtigt werden zu müssen. Die wirksamen Oberflächenschichten verhalten sich also bei verschiedenen Körpern umgekehrt wie die Dichten. Würde die Absorption der Röntgenstrahlen der Masse proportional sein, so wäre die Oberflächenstrahlung bei allen Elementen und Verbindungen gleichgroß. Nach Bragg[2]) ist aber für Röntgenstrahlen die Atomabsorption der vierten Potenz der Ordnungszahl proportional, die Massenabsorption M gleich der vierten Potenz der Ordnungszahl dividiert durch das Atomgewicht:

$$M = \frac{Z^4}{A}.$$ [3])

Die Massenabsorption der Röntgenstrahlen steigt also mit dem Atomgewicht bzw. der Ordnungszahl, welche für die Beziehungen der Röntgenstrahlen zur Materie die charakteristischere Größe ist, sehr rasch an, und in dem gleichen Maße müssen sich die Intensitäten der Wandstrahlungen voneinander unterscheiden. Die Intensitäten der Wandstrahlungen verhalten sich demnach wie die relativen Absorptionsvermögen, sind also den Massenabsorptionskoeffizienten proportional.

Diese Überlegung gibt uns ein Mittel in die Hand, die Größe der Wandstrahlung zu bestimmen.

Wenn wir Vorder- und Hinterwand des Meßraumes einmal aus dünnem Aluminiumblech herstellen, das andere Mal aus Papier und W der Anteil der Wandstrahlung, L der Anteil der Luftstrahlung an der Gesamtionisation ist, so ist der

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Voltabfall pro Sekunde für Papier} & G_P = L + W \\ \text{für Aluminium} & G_{Al} = L + A \cdot W\end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

A ist dann das Verhältnis der Massenabsorptionskoeffizienten von Aluminium und Papier.

In derselben Weise können wir Aluminium und Paraffin, für harte Strahlen auch Kupfer, kurz alle Substanzen miteinander vergleichen, deren Atome in dem Strahlenbereich, welches untersucht wird, keine charakteristische Sekundärstrahlung aussenden. Wenn wir zunächst beide Wände aus Paraffin machen und dann abwechselnd die Vorder- und Hinterwand durch ein dünnes Aluminium- oder Kupferblech ersetzen, so können wir feststellen, ob die Strahlung von der Vorder- und Hinterwand gleich groß ist. In diesem Falle setzt sich W aus W_v und W_h zusammen und wir erhalten die 3 Gleichungen:

$$\left.\begin{array}{l} G_P \;\;\; = L + W_v + W_h \\ G_{PAl} = L + W_v + A W_h \\ G_{AlP} = L + A W_v + W_h \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

aus denen W_v und W_h berechnet werden kann.

Schließlich können wir so vorgehen, daß wir bei gleichbleibendem W L verändern, d. h. mit 2 verschieden langen, aber im übrigen gleichen Meßräumen untersuchen, wir erhalten dann für 2 verschiedene Meßräume P_1 und P_2:

$$\left.\begin{array}{l} P_1 = l_1 L + W \\ K_2 P_2 = (l_2 L + W) K_1 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

L ist hier die von der Volumeinheit ausgehende Ionisation l_1 und l_2 die Längen der Meßräume, K_1 und K_2 ihre Kapazitäten. Diese letztere Formel kann jedoch nur unter bestimmten Voraussetzungen angewendet. werden (s. S. 224).

Was nun die Messungen selber anbetrifft, so wurden sie bei verschiedenen Härtegraden

---

[1]) P. Lenard, Ann. d. Phys. 56, S. 275. 1895.

[2]) Zit. nach F. Voltz, Strahlentherapie Bd. 8, S. 337. 1918.

[3]) Über die Berechnung von M bei Verbindungen vgl. R. Glocker, Fortschr. Bd. 25, S. 428, 1918 und H. Holthusen, l. c. S. 8.

und mit Oberflächenstrahlungen aus verschiedenen Materialien ausgeführt. Sie bestätigen die im vorhergehenden gemachten Annahmen in vollem Umfang. Und zwar ergab sich:

1. Das relative Strahlungsvermögen der Oberfläche eines festen Körpers geht dem Absorptionsvermögen für Röntgenstrahlen parallel.

Die Tabelle 3 zeigt eine gute Übereinstimmung der beobachteten und nach Formel (2) berechneten Werte für die Gesamtionisation für Paraffin, Karton (Zellulose), Aluminium und Kupfer. Dabei verhalten sich die Wandstrahlungen von Paraffin und Kupfer wie 1 : 120[1]).

2. Das Verhältnis der Oberflächenstrahlung zur Luftstrahlung nimmt mit wachsender Härte zu. In der Tabelle 4 wurden die Werte der 6. und 7. Kolumne beobachtet und daraus nach Formel (2) W und L berechnet. Bei der härtesten untersuchten Strahlung war der Gesamtwandeffekt beim Ein- und Austreten des Strahlenbündels für Aluminium etwas mehr als 7 mal so groß wie die von diesem Bündel in einer Luftstrecke von 1 cm hervorgerufene Luftionisation. Die für diese und die folgenden Untersuchungen benutzten Strahlungen waren praktisch homogene Reststrahlungen der Glühkathodenröhre bei verschiedenen Härteeinstellungen. Die an Aluminium bestimmten Halbwertschichten und Gesamtmassenabsorptionskoeffizienten sind jedesmal angegeben. Die wahren Absorptionskoeffizienten berechnen sich daraus durch Abzug des Streuungskoeffizienten in der auf S. 225 angegebenen Weise. Die Werte für den Massenstreuungskoeffizienten wurden den an anderer Stelle[2]) veröffentlichten Messungen entnommen. Nach unserer Annahme ist das Verhältnis von Wandstrahlung zu Luftstrahlung den Wirkungsweiten proportional. Diese sind deswegen nach den aus Tabelle 1 hervorgehenden Zusammenhängen zwischen μ/ϱ der Wellenstrahlung und praktischen Wirkungsweiten interpoliert und in Kolumne 12 angegeben. Das Verhältnis der relativen Wandstrahlung zur Wirkungsweite bleibt bis $\mu/\varrho = 0{\cdot}74$ konstant. Bei den harten Strahlen nimmt die Wandstrahlung nicht mehr entsprechend der Zunahme der Wirkungsweite zu, das Verhältnis beider sinkt ab. Doch muß berücksichtigt werden, daß in diesem Härtebereich die Wirkungsweiten der Sekundärkathodenstrahlen die Dimensionen des Meßraums bereits erheblich übertreffen. Denn um die Luftwirkung gegenüber der Wandwirkung nicht zu groß werden zu lassen, wurde ein flacher Meßzylinder von 2,4 cm Länge und 10 cm Durchmesser benutzt. Infolgedessen wurde bei den Hartstrahlungen die Wandstrahlung, allerdings auch die Luftstrahlung, nicht vollständig ausgenutzt, und beide Werte lassen sich nicht mehr einwandfrei vergleichen. Solange die Wirkungsweiten in den Grenzen der Abmessungen des Meßzylinders bleiben, ist Übereinstimmung mit der Theorie vorhanden.

Man kann nun auch die L-Werte dieses kleinen Meßraums dazu benutzen, um daraus nach der Formel (4) den für einen größeren, 20 cm langen Meßraum zu erwartenden Ionisationswert zu berechnen. In der zweiten Formel dieser Gleichung:

$$\frac{K_2 P_2}{K_1} = l_2 L + W$$

sind L und W aus Tabelle 4 bekannt. Und zwar ist, da die Wand, durch welche das Strahlenbündel in den Meßraum ein- und austrat, bei den in Tab. 5 mitgeteilten Vergleichsmessungen aus Paraffin bestand, $W = \frac{W_{Al}}{11.5}$ (vgl. Tab. 3); l_2 ist $= 20$ cm. Die Kapazitäten $K_1 = 12$ für den kleinen $K_2 = 14$ el. stat. E. für den großen Meßraum wurden mit dem Harms'schen Kondensator[3]) bestimmt, P_2 wurde durch Beobachtung gefunden. In Kolumne 4 und 5 der Tabelle 5 sind die Werte für $l_2 L + W$ und $\frac{K_2 P_2}{K_1}$ angegeben. Kolumne 6, in welcher das Verhältnis

---

[1]) Beobachtet wurden die Werte der Kolumne 6 in Tab. 3. Daraus wurde für Paraffin und Aluminium nach Formel (2) W und L berechnet. In diesem Fall ist $A = 11{,}5$. Die Werte der Kolumne 5 stellen dann die aus diesen Zahlen errechneten Beträge von $A \cdot W + L$ für die verschiedenen in Kolumne 1 namhaft gemachten Substanzen dar.

[2]) H. Holthusen, Phys. Ztschrft. Bd. 20, S. 5. 1919.

[3]) Phys. Ztschrft. Bd. 5, S. 47. 1904.



der berechneten und gemessenen Ionisationswerte angegeben ist, zeigt zugleich die Grenze, bis zu welcher die Formel (4) anwendbar ist. Sie bildet einen zahlenmäßigen Ausdruck für das Absinken des Ausnutzungsquotienten im kleinen Meßraum, welches durch die unvollkommene Ausnutzung der härteren Strahlung bei den beschränkten Dimensionen des kleinen Meßraums hervorgerufen wird. Ein Vergleich mit den gleichfalls in der Tabelle angegebenen praktischen Wirkungsweiten läßt dieses Absinken des Ausnutzungsquotienten durchaus verständlich erscheinen.

Bei der härtesten untersuchten Strahlung war der gesamte Wandeffekt beim Ein- und Austreten des Strahlenbündels für Aluminium etwa siebenmal so groß wie die von diesem Bündel in einer Luftstrecke von 1 cm hervorgerufene Luftionisation. Wenn die Wandwirkung von leichteratomigen Materialien ausgeht, so wird sie entsprechend dem Verhältnis der Absorptionskoeffizienten geringer, bleibt aber immer vorhanden und wird sich um so stärker bemerkbar machen, je kleiner das bestrahlte Luftvolum ist im Verhältnis zur bestrahlten Wandoberfläche. Bei kleinen Meßräumen, wie sie z. B. in der gynäkologischen Strahlentherapie benutzt werden, muß sie sich auch dann bemerkbar machen, wenn man die Innenfläche des Bestrahlungsraumes aus Graphit herstellt, wie es v. Dechend, Iten und Wintz[1]) vorschlagen. In diesem Falle geht aber auch wegen der schlechteren Ausnutzung der Strahlung die Änderung der Gesamtionisation bei Veränderung der Impulsbreite in anderer Progression als die Volumwirkung.

In den Zahlen der Tabelle 6 kommt dieser Unterschied zwischen einem kleinen und dem großen Normalmeßraum sehr deutlich zum Ausdruck. Es wurden die Strahlungen der Glühkathodenröhre bei denselben Impulsbreiten wie bei den Wandstrahlungsuntersuchungen einmal mit dem gewöhnlichen großen Normalmeßraum, das andere Mal mit einem kleinen aus 0·1 mm Aluminiumblech gefertigten zylindrischen in Figur 5 im Querschnitt gezeichneten Meßraum untereinander verglichen. Natürlich betrug der Voltabfall im kleinen Meßraum nur einen Bruchteil der im großen gemessenen Wirkung. Dieser Bruchteil blieb aber bei zunehmender Härte der Strahlung nicht derselbe, sondern stieg bei harter gefilterter Strahlung auf mehr als das Doppelte an. Bei dem Zustandekommen dieses Resultates sind zwei Faktoren wirksam, welche es in entgegengesetztem Sinne beeinflussen. Während die Zunahme der Wandstrahlung mit abnehmender Impulsbreite die Gesamtwirkung im Vergleich zum Normalmeßraum vergrößern muß, wirkt die schlechtere Ausnutzung der von den harten Röntgenstrahlen ausgelösten Sekundärkathodenstrahlen im umgekehrten Sinne. Die Abnahme des Ausnutzungsquotienten bei harter Strahlung und beschränktem Luftraum, die wir nun schon wiederholt kennen gelernt haben, tritt hier noch stärker hervor. Sie beeinträchtigt die Gesamtwirkung bereits so erheblich, daß die von der Aluminiumwandung ausgehende bedeutende Wandwirkung demgegenüber nur wenig mehr zur Geltung kommt. Statt einer Erhöhung von 1 auf 5, wie sie bei reiner Wandwirkung zu erwarten wäre, ist nur eine solche von 1 auf 2,2 vorhanden. Bei Graphit würde die Vermehrung an Intensität durch Wandwirkung durch die Abnahme der Strahlungsausnutzung bereits überkompensiert sein.

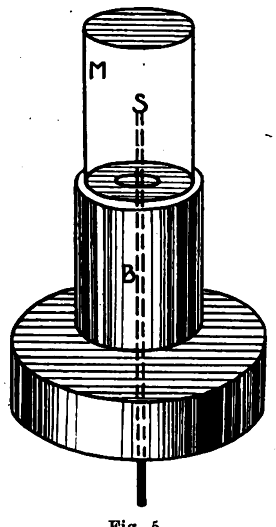


Fig. 5.
S Stabelektrode.
M Meßraum.
B Bleipauser.

Jedenfalls zeigt der Versuch im Zusammenhang mit den anderen bisher gewonnenen Resultaten, daß die Messung bei kleinen Meßkammern von Faktoren beherrscht wird, welche in ihrer Stärke wohl beeinflußbar sind, aber nicht völlig ausgeschieden werden können, und welche das eigentliche Ziel der Messung, ein Aquivalent für die in einem bestimmten Volumen absorbierte Energie zu erhalten, vollständig verwischen.

---

[1]) H. v. Dechend, H. Iten u. H. Wintz, Fortschr. d. R. Bd. 25, S. 330. 1918.

3. Die Intensität der sekundären Kathodenstrahlung ist größer in der Strahlenrichtung als ihr entgegen. Dieses Resultat entspricht den Beobachtungen von Beatty[1]), der für das Verhältnis der Zahl der Elektronen die in der Richtung der Röntgenstrahlen ausgesandt werden und entgegengesetzt zu ihr bei einem Absorptionskoeffizienten $\mu/\varrho = 1{,}57$ den Wert 1,3 fand. Unsere Messungen (Tab. 7), welche durchweg an härteren Strahlungen vorgenommen wurden, schließen sich gut an die Beattyschen Werte an. Auch wir finden eine kontinuierliche Zunahme der Dissymmetrie mit abnehmender Impulsbreite. Im Gebiete einer Strahlung mit der Halbwertsschicht 8 mm Aluminium (wahrer Massenabsorptionskoeffizient $\mu/\varrho = 0{\cdot}18$ s. o.) beträgt das Verhältnis der Incidenz- zur Emergenzstrahlung bereits 2,0.

Nach dem bisher Gesagten ergibt sich folgerichtig die Forderung, einen Meßraum zu konstruieren, in welchem auf alle Fälle die Wandstrahlung nicht mehr störend einwirkt. Und da finden wir

4. als Gesamtresultat: Man kann die Wandstrahlenwirkung auch bei der härtesten untersuchten Röntgenstrahlung praktisch ausschalten.

Nach dem Vorhergehenden muß nur das bestrahlte Luftvolum groß sein im Verhältnis zur bestrahlten Wandfläche. Ebenso muß man das Fenster, durch welches das Strahlenbündel ein- und austritt, aus einem leichtatomigen Stoff machen, am besten aus Paraffin (Kohlenstoff und Wasserstoff!). Im Maximum betrug das Verhältnis der Wandstrahlung zur Luftstrahlung der Strecke eines Zentimeters bei Aluminium 7. Für Paraffin, dessen Wandstrahlung nur den 11,5 ten Teil beträgt und für einen Meßraum von 25 cm Länge also $\frac{7}{11.5 \times 25} = 0.024$; d. h. 2,5 % und kann somit vernachlässigt werden.

C. Der Einfluß der Streuung.

Wir haben die Erörterungen des vorigen Abschnittes über den Einfluß der Wandstrahlung auf den Fall beschränkt, daß das Strahlenbündel, die auf der Figur angegebene geometrische Figur hat. In Wahrheit durchlaufen ja aber gar nicht alle Strahlen den Meßraum parallel zur Achse, sondern schon bei dem Durchtritt des Strahlenbündels durch die Vorderwand wird ein Teil der Strahlung aus der primären Richtung in andere Richtungen abgelenkt, und auf dem Wege durch die Luft werden weitere Strahlen abgebeugt. Dieser Effekt der Röntgenstrahlen bewirkt, daß ein Teil der Strahlen den Meßraum mit ganz variablen Weglängen durchsetzt und die Wand nicht in dem Bereich des Paraffinfensters, sondern an beliebigen anderen Stellen der Aluminiumwand des zylindrischen Meßraumes trifft (Fig. 3). Für diesen gestreuten Anteil der Primärstrahlung liegen die geometrischen Verhältnisse bei der Absorption und Trägerbildung in unserem Meßraum wesentlich anders als wir sie im vorstehenden angenommen haben und verlangen je nach ihrem Ausmaß eine Korrektur, welche die bisher angestellten Berechnungen in Frage zu stellen scheint.

Auch hier zeigt jedoch eine Berücksichtigung der quantitativen Verhältnisse, daß die Korrektur, welche für den gestreuten Anteil der Strahlung angebracht werden müßte, so gering ist, daß sie praktisch nicht berücksichtigt zu werden braucht.

Wenn der in der Schichtdicke dx gestreute Anteil der primären Röntgenstrahlung $= s \cdot dx$ ist, so können wir eine Größe s/ϱ als den auf die Masseneinheit umgerechneten Zerstreuungskoeffizienten definieren. Über diese Größe, welche wir schon im Abschnitt A dieses Kapitels bei der Bestimmung des Absorptionskoeffizienten begegnet sind und über welche eine Reihe von auseinandergehenden Angaben in der Literatur verbreitet sind, wurden neuerdings eingehende Untersuchungen angestellt[2]) und der Wert des mit der Härte nicht ganz konstanten Massenstreuungskoeffizienten für harte Strahlen im Maximum zu 0.17 gefunden. Für das

---

[1]) R. T. Beatty, Proc. Cambr. Phil. Soc. Bd. 15, S. 492. 1910.

[2]) H. Holthusen, l. c.

Paraffin erhöht sich infolge der Eigenschaft des in ihm enthaltenen Wasserstoffs, doppelt so stark zu streuen wie andere Atome, der Wert auf 0.19. Damit sind wir in der Lage, einen Maximalwert für den Bruchteil der Primärstrahlung der bei unserer Meßanordnung aus der Primärstrahlenrichtung abgelenkt wird, in einfacher Weise zu berechnen.

Für die Streuung eines Strahlenbündels kommt in Betracht: die Vorder- und Hinterwand und die Luftstrecke im Inneren des Meßraumes. Von der Vorder- und Hinterwand kommt je nur die eine Hälfte der gestreuten Strahlung zur Wirkung; es genügt also, wenn wir die gesamte Streuung einer Wand in Rechnung setzen. Betrachten wir die Wand des Meßraumes und die Luftstrecke als „dünne Schichten" im Sinne von Christen, so können wir von der Schwächung durch Absorption (und Streuung) absehen und haben, wenn a die Massendicke der Wand, b die Massendicke der Luftstrecke ist, als Gesamtbruchteil α_s der gestreuten Strahlung

$$\alpha_s = s/\varrho \; (a + b)$$

Die Wand besteht aus Paraffin von höchstens 0,5 mm Dichte und unter Berücksichtigung des spezifischen Gewichtes von Paraffin (0,9) ist $a = 0.045$. Die Dicke der Luft ist bei 20° $1{,}204 \times 10^{-3}$, also für 20 cm Luftstrecke $b = 0.024$, und demnach ist $\alpha_s = 0.013$; d. h. weniger als 2 % der Primärstrahlung wirken bei unserer Meßanordnung unter anderen geometrischen Verhältnissen als in Figur 3 für das Primärstrahlenbündel angenommen. Diese gestreuten Strahlen werden zum kleineren Teil längere zum größeren Teil kürzere Luftstrecken im Meßraum durchlaufen als die Primärstrahlung dafür z. T. auf Teile der metallischen Wand auffallen und eine größere Wandionisation hervorrufen. Nimmt man an, daß im Durchschnitt die Abweichungen von dem trägerbildenden Effekt einer gleichstarken Primärstrahlung nicht stärker als 50 % sind, so beeinträchtigt die Streuung das Gesamtresultat unserer Messung weniger als 1 % und kann somit vernachlässigt werden.

D. Eigenstrahlung der Luft.

Es wird im allgemeinen angenommen, daß bei der Absorption der Röntgenstrahlen in der Luft „wegen der Kleinheit der Atomgewichte der die Luft bildenden Elemente"[1]) innerhalb des ganzen, praktisch vorkommenden Spektralgebietes der Röntgenstrahlen keine Absorptionssprünge infolge von Eigenstrahlungen vorkommen. Aber da die Absorption der Atome mit zunehmendem Atomgewicht rasch ansteigt, so dürfen in einem Gemisch von Elementen bei der Frage nach der Gesamtabsorption Elemente von höherem Atomgewicht auch dann nicht vernachlässigt werden, wenn sie gewichtsprozentisch nur einen geringen Bruchteil des Gemisches bilden. Ein solches Gemenge von Elementen sehr verschiedener Atomgewichte stellt nun aber die Luft dar, und wenn auch gewichtsprozentisch Stickstoff und Sauerstoff fast 99 % des Gesamtgewichtes ausmachen, so dürfen bei der Absorption doch auch die restlichen 1,3 % von Elementen mit höherem Atomgewicht nicht vernachlässigt werden.

In der Tabelle 8, welcher die Ramsayschen[2]) Zahlen über die Zusammensetzung der Luft zugrunde gelegt sind, sind in der letzten Kolumne die Prozente angegeben, mit welchen sich jedes Element an der Gesamtabsorption beteiligt, wenn man mit Bragg die Annahme macht, daß die Absorption eines Atoms der 4. Potenz der Ordnungszahlen proportional ist. Die Ausrechnung ergibt, daß die 1,3 % Edelgase in der Luft sich an der Absorption mit 18.5 % beteiligen. Da die Edelgase Argon, Krypton, Xenon, Atomgewichte haben, die oberhalb von 32 liegen, so lassen sich bei diesem Bruchteil der absorbierten Elemente Absorptionssprünge durch Eigenstrahlungen vermuten. Zwar gilt dies mit Ausnahme von Xenon, das aber nur mit 1,4 % an der Gesamtabsorption beteiligt ist, nur für sehr weiche Strahlungen. Es wäre interessant, etwa nach der Barklaschen[3]) Methode durch Vergleich zwischen Luftionisation und

[1]) G. Großmann, Fortschr. d. R. Bd. 22, S. 140. 1914.
[2]) Ramsay, Proc. Royal Soc. A. Bd. 80, S. 519. 1908.
[3]) C. G. Barkla, Phil. Mag. 25, S. 296. 1913.

Silberschwärzung in dem Bereich der wahrscheinlichen Eigenstrahlungen von Argon und Neon nach Sprüngen in der Absorptionskurve der Luft zu suchen. Bei den Messungen an technischen Röntgenstrahlen spielt eine selektive Absorption bei der Luft sicher keine Rolle.

E. Trägerbildung und Energieabsorption.

Wir haben im vorstehenden festgestellt, daß wir mit unserer Meßanordnung wirklich ein Äquivalent der in der Volumeinheit absorbierten Strahlung und mit praktisch hinreichender Genauigkeit jeweils die Gesamtmenge der gebildeten Elektrizitätsträger messen.

Wir kommen nunmehr zu der wichtigen Frage, wie sich die Gesammtsumme der gebildeten Elektrizitätsträger, d. h. die Ionisation zur absorbierten Energie verhält.

Die erste Energieumwandlung der Röntgenstrahlen bei ihrer Absorption besteht darin, daß die Energie der Wellenstrahlung in Energie rasch bewegter Elektronen wiedererscheint. Für diese Umwandlung, welche bei den Röntgenstrahlen noch nicht in ihren Einzelheiten erforscht ist, können wegen der Gleichartigkeit der Vorgänge die beim lichtelektrischen Effekt bereits in ihren Einzelheiten bekannten Gesetze zur Erklärung herangezogen werden. Von der Einsteinschen Formel, nach welcher die von einer Wellenstrahlung eingelösten Elektronen eine Bewegungsenergie erhalten, welche der Frequenz der Wellenstrahlung proportional ist, haben wir schon mehrfach Gebrauch gemacht. Ihre Gültigkeit für den lichtelektrischen Effekt wurde u. a. von Ramsauer[1]) bestätigt. Beim Photoeffekt ist zu berücksichtigen, daß ein gewisser Energieverlust bei der Auslösung der Elektronen dadurch stattfindet, daß für sie eine gewisse Abtrennungsarbeit erforderlich ist, welche einige Volt beträgt[2]). Diese Abtrennungsarbeit hat beim Photoeffekt, bei welchem es sich um Elektronen mit sehr geringen Voltgeschwindigkeiten handelt, eine sehr komplexe Verteilung der Geschwindigkeiten zur Folge. Bei der Absorption der Röntgenstrahlen zählen die Voltgeschwindigkeiten der ausgelösten Kathodenstrahlen nach Tausenden von Volt, und ihnen gegenüber können wir die wenigen Volt, welche bei der Abtrennungsarbeit verloren gehen, vernachlässigen. Es soll nicht verschwiegen werden, daß die Untersuchungen von Beatty[3]) Laub[4]) und Seitz[5]), welche die Geschwindigkeiten der durch Röntgenstrahlen aus einer Metallplatte ausgelösten Elektronen durchaus inhomogen fanden, nicht ohne weiteres mit diesen Vorstellungen übereinstimmen. Aber diese Untersuchungen sind nicht beweisend, weil sie nur etwas aussagen über die äußere Geschwindigkeitsverteilung der Elektronen nach dem Verlassen der Metalloberfläche. Bei den aus endlicher Tiefe der Metallplatte kommenden Elektronen ist die Geschwindigkeit durch die darüberliegende materielle Schicht beeinflußt. Die endgültige Antwort auf diese grundsätzlich wichtige Frage muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Gehen wir davon aus, daß die Einsteinsche Formel Gültigkeit hat, so reduziert sich unsere Aufgabe auf die Beantwortung der Frage nach dem Zusammenhang zwischen Kathodenstrahlenenergie und Ionisation, und da die Energie eines Kathodenstrahles als eines mit Masse begabten Teilchens durch das Produkt $\frac{m}{2}v^2$ dargestellt wird und dem Geschwindigkeitsquadrat proportional ist, nach dem Zusammenhang zwischen Kathodenstrahlgeschwindigkeit und Anzahl der von einem Kathodenstrahlteilchen gebildeten Elektrizitätsträger[6]). Da zeigt sich nun, daß das Verhältnis der Gesamtträgerzahl zum

---

[1]) C. Ramsauer, Ann. d. Phys. Bd. 45, S. 1121. 1914.

[2]) P. Lenard, Abh. Hdlbgr. Akad. d. W. 1918, Nr. 5, S. 174.

[3]) R. T. Beatty, Proc. Cambr. Phil. Soc. 15, S. 416. 1910.

[4]) J. Laub, Ann. d. Phys. Bd. 26, S. 712. 1908.

[5]) W. Seitz, Phys. Ztschrft. Bd. 19, S. 405. 1910.

[6]) Das Problem liegt also anders als es Glocker (Phys. Ztschrft. Bd. 18, S. 307. 1917) darstellt. Nach ihm ist die absorbierte Strahlenenergie der erzeugten Elektronenzahl proportional, und da die Elektronen, welche den kürzeren Wellenlängen entsprechen, die größere Geschwindigkeit haben, so bilden sie

Quadrat der Kathodenstrahlgeschwindigkeit durchaus nicht konstant ist, sondern mit zunehmender Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen rasch anwächst. Für Kathodenstrahlen ist dieser Zusammenhang zwischen Kathodenstrahlgeschwindigkeit und Gesamtträgerzahl neuerdings von Lenard für den Geschwindigkeitsbereich von 0.1 bis 0.9 der Lichtgeschwindigkeit errechnet[1]). Trägt man die Werte der Lenardschen Tabelle graphisch auf, so kann man durch Interpolation für beliebige Geschwindigkeiten die zugehörigen Trägerzahlen ablesen. In der Tabelle 1 finden sich in Kolumne 7 und 8 die Gesamtträgerzahlen und die Quotienten aus den Trägerzahlen und dem Geschwindigkeitsquadrat angegeben. Eine Strahlung von 15 mm Halbwertschicht hat danach etwa den doppelten ionisierenden Effekt bei gleicher Energie der von ihr ausgelösten Kathodenstrahlung wie eine Strahlung von 1 mm, eine Strahlung von 0.1 mm Halbwertschicht etwa die halbe ionisierende Wirkung. Die Zahlen der Kolumne 8 stellen mit der Härte der Röntgenstrahlung veränderliche Faktoren dar, durch welche man den Betrag des jeweils für eine bestimmte Strahlengattung gemessenen Effektes dividieren muß, um die energetischen Wirkungen miteinander vergleichen zu können.

Nicht also ist das Ion, der Elektrizitätsträger, oder ein Vielfaches von ihm ohne weiteres das Einheitsmaß der Röntgenstrahlenenergie. Das Megaion von Scilard hat keine über eine bestimmte Impulsbreite hinausgehende, allgemeine Bedeutung. Die Ionisation ist vielmehr bei gleicher absorbierter Energie eine Funktion der Wellenlänge. Aber da uns die Werte, die diese Funktion für verschiedene Impulsbreiten annimmt, empirisch bekannt sind, so kann uns mit ihrer Berücksichtigung doch die Ionisation wenigstens in erster Annäherung ein Maß für die Energie der Röntgenstrahlen auch für verschiedene Impulsbreiten der Strahlung sein.

Wir stehen damit am Ende unserer Aufgabe. Auch wir halten mit Küpferle und Lilienfeld dafür, daß man zur Grundlage der Dosimetrie die in einer dünnen Gewebsschicht absorbierte Energie machen sollte, nicht die von der Röhre ausgesandte, durch den Begriff der Flächenenergie definierte Strahlung. Aber während die Messungen dieser Autoren sich auf den Vergleich von Strahlungen ungefähr gleicher Härte beschränken, kam es uns darüber hinaus darauf an, zu zeigen, daß bei dem Stande der Kenntnis über den Vorgang der Ionisation bei Röntgenstrahlen der Vergleich verschiedener Strahlengattungen (Impulsbreiten) in energe-

---

auch mehr Ionen; also mit abnehmender Impulsbreite bei gleicher, absorbierter Strahlungsenergie Zunahme der Ionisation.

Die Proportionalität zwischen absorbierter Strahlungsenergie und Elektronenzahl könnte allenfalls aus den Angererschen Untersuchungen gefolgert werden, die aber ebensowenig wie die Untersuchungen über die Parallelität zwischen Luftionisation und absorbierter Energie zu verwerten sind. Sie würde sich auch, wenn man die Umwandlung der Wellenstrahlenenergie in Kathodenstrahlenenergie quantentheoretische Vorstellungen im Sinne der Plank-Einsteinschen Formel zu Grunde legt, schwer mit dem Energiesatz vereinigen lassen. Auch die von Glocker herangezogene Formel für die in einem Gasvolum von 1 qcm Querschnitt und 1 cm Länge erzeugte Ionenzahl $q = \int_0^l A J_0 e^{-\mu x} dx$ besagt für den Zusammenhang zwischen absorbierter Energie und Stärke der Ionisation nichts. Denn wenn die Ausrechnung des Integrals für den Fall vollständiger Absorption ergibt, daß die Ionenmengen sich umgekehrt verhalten wie die Absorptionskoeffizienten, d. h. daß die härtere Strahlung mit dem kleineren Absorptionskoeffizienten mehr Ionen bildet als die weichere, leichter absorbierbare, so bringt dieses Resultat doch nur die Tatsache zum Ausdruck, daß bei gleicher Intensität Jo (Oberflächendosis nach der Christenschen Nomenklatur nicht $\frac{\text{Energie}}{\text{Flächeneinheit}}$!) der Gesamtenergiegehalt der härteren Strahlung größer ist.

Handelt es sich aber wie bei den ionometrischen Methoden um dünne Schichten, so würde nach der obigen Formel in der obersten Schicht dx bei gleicher Intensität sowohl bei der Strahlung mit dem Absorptionskoeffizient μ_1 wie μ_2 der Betrag $A Jo dx$ absorbiert und bei gleicher Intensität im Christenschen Sinne, wo J die durch die Flächeneinheit gehende Energie bedeutet, wären die absorbierten Energien den Absorptionskoeffizienten direkt proportional! Die verschiedene Definition des Begriffs „Intensität" bringt eben auch hier Unklarheit.

[1]) P. Lenard, „Quantitatives über Kathodenstrahlen aller Geschwindigkeiten". Abh. Hdlb. Ak. d. W. 1918. Nr. 5.

tischer Beziehung auf dem Wege einer Luftionisationsmessung möglich ist und daß damit auch die Energie verschiedener, in einer Gewebsschicht absorbierter Strahlungen quantitativ bestimmt und miteinander verglichen werden kann.

Die wichtigsten Voraussetzungen dafür stellen wir noch einmal kurz zusammen:

1. Gemessen wird die in einer dünnen Schicht absorbierte Energie.
2. Es handelt sich um die Messung eines Volumeffektes, nicht eines Oberflächeneffektes.
3. Die Ursache der Ionisation ist die sekundäre Kathodenstrahlung, ihre volle Wirkung muß ausgenutzt werden.
4. Die Ionenmenge ist der absorbierten Energie nicht proportional, sondern in gleicher absorbierter Energie eine Funktion der Impulsbreite. Erst unter Berücksichtigung der Werte, die diese Funktion für verschiedene Impulsbreiten annimmt, ist sie ein Maß der absorbierten Energie,

Über die Antwort, welche die Frage nach der biologischen Wirkung von Strahlen verschiedener Impulsbreite unter diesem Gesichtspunkte erfährt, sowie über die praktische Ausführung des Meßverfahrens soll in einer besonderen Arbeit berichtet werden.

Tabelle 1.

Zusammenhang zwischen Röntgenstrahlung und ausgelöster Elektronenstrahlung.

1	2	3	4	5	6	7	8
Halbwertschicht	Absorptionskoeffizient μ	Massenabsorptionskoeffizient μ/ϱ	Impulsbreite (berechnet nach Siegbahn)	Kathodenstrahlgeschwindigkeit v	Praktische Wirkungsweite in mm	Gesamtträgerzahl S	$\frac{S}{v^2} \times 10^{20}$
0·1	69·3	25 7	$1{\cdot}24 \times 10^{-8}$	$0{\cdot}614 \times 10^{10}$	—	20—30	—
0·5	13·9	5·14	0 699	0·817	ca. 5 mm	70	10·5
1·0	6·93	2·57	0 546	0·925	9	112	13·1
2·0	3·46	1·28	0·426	1·04	16	160	14·8
3·0	2·31	0·857	0 369	1·12	25	200	15·9
4·0	1·73	0 641	0·332	1·19	35	240	16·9
5.0	1·39	0·514	0.307	1·23	39	275	18·2
6·0	1·15	0·43	0·288	1·27	45	312	19·3
8 0	0·86	0 321	0·260	1·34	57	375	20·9
10·0	0·693	0·257	0 240	1·39	68	440	22·8
12·0	0·58	0·214	0·225	1·44	80	500	24·0
15·0	0·462	0·171	0·208	1·5	97	580	25·8
20·0	0·346	0·128	0·192	1·56	125	710	29·2

Tabelle 2.

Substanz	Atomgewicht A	Ordnungszahl Z	Dichte	Absorptionsäquivalent Z^4/A	Relativwerte bezogen auf Aluminium	Relativwerte bezogen auf Paraffin
Paraffin CnH2n .	C = 12 H = 1	C = 6 H = 1	0 89	92·7	0 0877	1·0
Kohle	C = 12	C = 6	1·36	108	0·102	1·16
Papier (Cellulose $C_6H_{10}O_5$)	C = 12 O = 16 H = 1	C = 6 O = 8 H = 1	ca. 1·1	200	0·189	2·16
Wasser	O = 16 H = 1	O = 8 H = 1	1·0	228	0·215	2·46
Luft	s. Tab. 7	s. Tab. 7	0·001 205	232	0·219	2·50
Aluminium . . .	Al = 27·1	Al = 13	2·7	1058	1·0	11·5
Kupfer	Cu = 63·57	Cu = 29	8·9	11130	10·5	120.0

Tabelle 3.

1	2	3	4	5	6
Substanz	Relatives Strahlungsvermögen	W berechnet	L berechnet	G berechnet	G beobachtet
Paraffin	1	0·0235	0·195	0·218	0 214
Papier	2·16	0 051	0·195	0·246	0·264
Aluminium	11·5	0·269	0·195	0·464	0·468
Kupfer (Hinterwand)	120	0·91	0·195	1·10	1·14
Kupfer (Vorderwand)	120	1·91	0·195	2·10	2 07

Tabelle 4.

Zunahme der Wandstrahlung mit der Härte.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Härteeinstellung	Halbwertschicht in mm Aluminium	Scheinbarer Massenabsorptionskoeffizient g'/ϱ	$\frac{s}{\varrho}$	Wahrer Massenabsorptionskoeffizient μ/ϱ	Gemessene Intens'tät in Volt/Sek. Paraffin	Aluminium	W_{Al}	L pro cm	$\frac{W_{Al}}{L}$	Relative Werte von 10	Praktische Wirkungsweiten in mm	Verhältnis 11/12
1 + 1 mm Al. . . .	1·1	2·33	0·14	2·19	0·0842	0·182	0·048	0·033	1·44	1	10	1
3 u. 2 mm Al. . .	1·4	1·83	0·15	1·68	0·128	0·216	0·097	0·050	1·9	1·32	13	1
4 u. 4 mm Al. . . .	2·3	1·11	0·17	0·94	0·0779	0·161	0·091	0·029	3·15	2·2	22	1
6 u. 6 mm Al. . . .	2·8	0·91	0·17	0·74	0·0888	0·225	0·15	0 0313	4 8	3·4	30	1·1
8 u. 0·46 mm Kupfer .	6 0	0·391	0·15	0·24	0 0727	0·224	0·166	0·024	6·9	4·9	69	0·71
10 u. 0·46 mm Kupfer	8·0	0·32	0·14	0·18	0·182	0·569	0·426	0·060	7·1	5·1	92	0·55

Tabelle 5.

Ausnutzung der Elektronenstrahlung im kleinen und großen Meßraum.

1	2	3	4	5	6	7
Härteeinstellung	Halbwertschicht in mm Aluminium	Kleiner Meßraum L pro cm	$20\,L + W_{Par.}$	$P_2\,\frac{K_2}{K_1}$	Ausnutzungsquotient 4/5	Wirkungsweite in mm
1 u. 1 mm Al.	1·1	0·033	0·664	0·642	1·04	10
3 u. 2 mm Al.	1·4	0·050	1·01	0·99	1·02	13
4 u. 4 mm Al.	2·3	0·029	0·588	0·678	0·84	22
6 u. 6 mm Al. . . .	2·8	0·031	0·624	0·89	0·71	30
8 u. 0·46 mm Kupfer .	6·0	0·024	0·485	0·645	0·76	69
10 u. 0·46 mm Kupfer .	8·0	0·060	1·24	1·90	0·65	92

Tabelle 6.

1	2	3	4	5	6
Härteeinstellung	Halbwertschicht in mm Aluminium	Intensität im großen Meßraum	Volt pro Sek. im kleinen Meßraum	Verhältnis 4:3	Wirkungsweiten
1 u. 1 mm Al.	1·1	0·851	0·175	0·206	10
3 u. 2 mm Al.	1·4	1·29	0·395	0 306	13
4 u. 4 mm Al.	2·3	0·833	0·289	0·347	22
6 u. 6 mm Al.	2·8	0·948	0·410	0 432	30
8 u. 0·46 mm Kupfer .	6·0	0·768	0 349	0·454	69
10 u. 0·46 mm Kupfer .	8·0	1·91	0·878	0·459	92

Tabelle 7.

Verhältnis der Inzidenz- zur Emergenzstrahlung.

1	2	3	4	5	6	7	8
Härteeinstellung	Qualität	Voltabfall pro Sek. bei: Papierfenster vorn u. hinten	Aluminium-Vorderfenster	Aluminium-Hinterfenster	W_v	W_h	W_v / W_h
1	inhomogen weich	0·377	0·458	0·436	0·100	0·073	1·4
5 1 mm Al.-Filter	inhomogen mittelhart	0·622	0·828	0·749	0·254	0·155	1·6
10 5 mm Al.-Filter	inhomogen hart	0·675	0·989	0·848	0·38	0·213	1·8
10 10 mm Al.-Filter	Halbwertschicht 6 mm Al.	0·305	0·451	0·382	0·18	0·095	1·9
10 0·46 mm Kupfer-Filter	Halbwertschicht 8 mm Al.	0·262	0·414	0·339	0·187	0·089	2·0

Tabelle 8.

Element	Atomgewicht A	Ordnungszahl Z	Gewichtsprozente G	$\frac{Z^4}{A}$	$\frac{G \times \frac{Z^4}{A}}{100}$	Prozente der Gesamtabsorption
Sauerstoff	16·00	8	23·2	256	59·4	25·5
Stickstoff	14·01	7	75·5	171	129·5	55·9
Argon	39·88	18	1·3	2 631	34·2	14·7
Krypton	82·92	36	0·028	20 250	5·67	2·4
Xenon	130·2	54	0·005	65 300	3·3	1·4

Absorptionsäquivalent der Luft $\left(\text{Summe } \frac{G \times \frac{Z^4}{A}}{100}\right) = 232·1.$

Tabelle 9.

Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit, Absorption und Trägerbildung bei Kathodenstrahlen.

1	2	3	4	5	6	7
Geschwindigkeit in % der Lichtgeschwindigkeit	in $\frac{cm}{Sek.}$	Praktischer Absorptionskoeffizient	Wirkungsweite in mm: in Aluminium	in Luft	Gesamtträgerzahl S	Energieäquivalent $S/v^2 \times 10^{-20}$
0·1	$0·3 \times 10^{10}$	$8·0 \times 10^5$	—	—	2	22
0·15	0·45	15×10^4	—	—	7	28
0·2	0·6	$3·6 \times 10^4$	—	—	20	55
0·25	0·75	$8·6 \times 10^3$	—	—	53	94
0·3	0·9	29×10^2	0·0038	8·6	100	121
0·35	1·05	14×10^2	0·0088	20	160	145
0·4	1·2	$7·4 \times 10^2$	0·016	36	247	171
0·45	1·35	$4·0 \times 10^2$	0·027	60	385	212
0·5	1·5	$2·2 \times 10^2$	0·043	97	580	258
0·6	1·8	83	0·107	244	1150	355
0·7	2·1	29	0·24	545	1990	451
0·8	2·4	13	0·50	1120	3310	574

Aus dem Röntgenlaboratorium der Kaiser-Wilhelms-Akademie in Berlin.
(Vorstand: Stabsarzt Dr. Strauß.)

Strahlentherapie und Krebsheilungsproblem.

Von

Otto Strauß.

Krebsentwicklung und Krebsbehandlung sind heute noch zwei ungelöste Fragen der Medizin. Zwar hat die Krebsforschung der letzten Jahre manche Aufschlüsse gebracht, auch sind in mehrfacher Hinsicht unsere Kenntnisse erweitert worden, doch ist uns das Wesen der Krebsentstehung ein völlig unbekanntes geblieben. Es ist selbstverständlich, daß die Therapie eines in seiner Entwicklung noch so wenig erkannten Leidens auch nur unvollkommen ist. Ja, man muß die Frage aufwerfen: ist es überhaupt erfolgversprechend, eine Erkrankung im Sinne einer Heilung beeinflussen zu wollen, die uns in ätiologischer Hinsicht so absolut unbekannt ist? Die Medizin kennt nun die Ätiologie vieler Erkrankungen nicht und ist trotzdem in der Lage sie therapeutisch zu beeinflussen. Die ätiologisch durchaus unklare Appendizitis ist heute eine in ihrer Behandlung absolut eindeutig zu beurteilende und außerordentlich erfolgreiche Aufgabe der Medizin geworden, wir haben fernerhin lange Zeit den Syphiliserreger nicht gekannt und trotzdem den Kampf mit dieser Erkrankung aufgenommen und bemerkenswerte Heilresultate erzielt. So wäre es ja auch beim Karzinom denkbar, daß eine Heilung möglich wäre ohne genaue Kenntnis der Ätiologie, und als die Chirurgie ihren Siegeszug nahm und vor keiner technischen Aufgabe zurückschreckte, da war man ja auch voll Hoffnung dieses Ziel erreichen zu können. Indessen lagen doch die Verhältnisse beim Karzinom für eine Therapie viel ungünstiger, wie bei allen anderen Erkrankungen. Es ist nicht die Ätiologie allein, die wir nicht kennen, es gesellen sich dazu die noch außerhalb jeder diagnostischen und therapeutischen Inangriffnahme liegenden präkarzinösen Zustände, ferner die Metastase und die ganze karzinöse Konstitution, die unserem Vorstellungsvermögen Schwierigkeiten bereiten. Auch über die Dauer der Entwicklung des Karzinoms wissen wir nichts, ebenso ist es uns bekannt, inwieweit der Körper allein in der Lage ist, den Kampf mit dem Karzinom aufzunehmen. Es ist bei diesem Kampf absolut unentschieden — und für eine der Strahlentherapie des Karzinoms gewidmeten Betrachtung ist das von grundlegender Bedeutung —, ob er immer mit dem Unterliegen des Organismus endigt. Ganz ungünstig beeinflußt wird die Krebsheilung durch die unendliche Schwierigkeit der diagnostischen Feststellung. Zurzeit gibt es kein Mittel, den beginnenden Krebs zu erkennen. Aber oft ist auch der schon ausgebildete Krebs selbst für den geübten und mit dem ganzen Rüstzeug moderner Untersuchungsmethoden arbeitenden Beobachter nicht einfach feststellbar. So werde ich nie ein Fundus-Karzinom vergessen, bei welchem mir der Anblick des Patienten, das Lebensalter und die Anamnese ohne weiteres Krebs wahrscheinlich machten. Jedoch kein chemisches, physikalisches, endoskopisches oder röntgenologisches Resultat konnte meine Annahme begründen. Es wurde zur Probelaparatomie geschritten, der Magen eröffnet, und während der Operation Fundus und Ösophagus endoskopisch abgeleuchtet. Da auch dieses völlig ergebnislos verlief, so wurden aus dem Fundus Gewebsteile entfernt und diese histologisch untersucht. Auch die mikroskopische Untersuchung ergab ein negatives Resultat. Man war also in diesem Falle an die äußerste Grenze des diagnostisch Möglichen gegangen, ohne zu einem Ergebnis zu gelangen. Und dennoch bestand ein Karzinom, das nach einigen Monaten manifest wurde und dann der Diagnose gar keine Schwierigkeiten mehr bereitete. Beim beginnenden Karzinom kann oft auch der pathologische Anatom auf Grund des ihm übergebenen Materials die Diagnose nicht stellen, und Lubarsch spricht ganz offen

aus, daß man das beginnende Karzinom nicht erkennen kann, sondern nur das fertige. „Es gibt keine spezifischen Merkmale der Krebszelle ..., weder durch die Reichlichkeit der Mitosen, noch durch Zellatypien und selbst Zerfallserscheinungen lasse ich mich zur sicheren Krebsdiagnose verführen, wenn ich nicht die Anzeichen des destruierenden Wachstums finde.“ Lubarsch warnt fernerhin vor zu weitgehenden Diagnosen anhanden ausgeschabter und ausgeschnittener Gewebsstücke und betont, daß hier die Grenzen sehr enge zu ziehen sind. Das sind alles sehr wertvolle und vor allen Dingen sehr offene Mitteilungen, aber für den im Leben stehenden Arzt, der auf die Frühdiagnose des Karzinoms sein Augenmerk richtet, ein wahrhaft trostloser Ausblick. Besonders schlimm ist dies ja gerade bei dem zahlenmäßig am meisten in Betracht kommenden Karzinom des Magens. Das Magenkarzinom, das mehr als $^1/_3$ aller Krebserkrankungen ausmacht, lehnt sich in etwa 15 $^0/_0$ der Fälle an alte, lange Jahre zurückliegende krankhafte Magenzustände (Gastritiden, Achylien) an. Es fehlt uns hier für die Unterscheidung jeder Anhaltspunkt, ob man es mit karzinomatösen Frühzuständen oder mit einer später einsetzenden malignen Degeneration zu tun hat, denn alles, was man unter dem Begriff präkarzinomatöse Zustände zusammenfaßt und was insbesondere für die Karzinome des Verdauungskanals bedeutungsvoll ist, ist für unsere augenblicklichen diagnostischen Hilfsmittel nicht feststellbar. Somit engt sich die Möglichkeit einer frühzeitigen Karzinomtherapie ganz außerordentlich ein. Ist das Karzinom aber erst einmal diagnostizierbar, so haben wir häufig einen Zustand vor uns, der prognostisch mit einer Lungentuberkulose im dritten Stadium, mit einer Appendizitis im Stadium der Perforation oder mit einer Syphilis mit metaluetischen Zuständen vergleichbar ist. Auch bei diesen drei genannten Erkrankungen ist der ganze, oft so glänzende Erfolg unserer Therapie an die rechzeitige Diagnose geknüpft. Eine Frühdiagnose des Karzinoms existiert aber nicht. Die Zukunftsausblicke mögen ja hierin etwas trostreicher sein, und manches wird sich vielleicht noch anders gestalten, wenn die Karzinomdiagnostik serologisch anders ausgebaut ist. Zurzeit ist das noch nicht der Fall.

Die ganze Ätiologie des Karzinoms ist uns trotz eifrigster Forschung noch absolut unklar. Weder Cohnheims so einfach und fast überzeugend klingende Lehre von den versprengten überschüssigen embryonalen Keimen, noch v. Hansemanns Anaplasie-Begriff, nicht Ehrlichs athreptische Immunität, nicht Boveris Hypothese vom Chromosomendefizit, noch die Theorie der primären Bindegewebsveränderung erklären hier etwas. Auch die Parasitentheorie ergibt nichts, die Auffassung eines Kontagium vivum ist nicht begründet. Für den ausgebildeten Krebs ist zweifellos die Auffassung Blumenthals einer durch das Karzinom bedingten fermentativen Abartung und einer Veränderung des normalen Chemismus die augenblicklich wissenschaftlich am besten gestützte, namentlich seit es dem Mitarbeiter Blumenthals, Brahn, gelungen ist, anhanden frischer Organteile den Unterschied der Katalasewirkung und Autolyse bei karzinomatösem und normalem Gewebe nachzuweisen, und er so den alten, namentlich von Lubarsch erhobenen Vorwurf, daß es sich bei der Autolyse um postmortale bzw. sekundäre Erscheinungen handle, zu entkräften vermochte. Doch sind die Mitteilungen Blumenthals lediglich bedeutungsvoll für den Verlauf der Karzinomerkrankung, für die Ätiologie besagen sie nichts. Die fermentative Abartung ist nicht die Ursache des Krebses, sondern sie zeigt uns vielmehr einen schon fertigen Zustand der Karzinomzelle an. Sie ist eine Erklärung für die Äußerung ihrer wichtigsten biologischen Eigenschaft, für ihre Malignität, aber darüber hinaus, wie dieser fertige Zustand der Krebszelle entsteht, darüber sagt auch Blumenthal nichts. Er nimmt genau wie Orth an, daß eine chemische Umwandlung der Zelle zu ihrem schrankenlosen Wachstum führe. Wie sich der Werdegang der Organzelle zur malignen Tumorzelle vollzieht, hierüber gibt die Theorie der fermentativen Abartung aber keinen Aufschluß und kann keinen geben. Die Ziele Blumenthals sind auf Ergründung des Malignitätsproblems gerichtet. Das Malignitätsproblem ist für Blumenthal wie für Orth „ein Zellproblem, jedoch kein Zellwucherungs-, sondern ein Zellstoffwechselproblem, kein morphologisches, sondern ein chemisches“. Dazu im Gegensatz erblickt Lubarsch das Wesen der

Malignität in den Lebensänderungen der Zelle, in ihrer Fähigkeit zerstörend zu wachsen und Metastasen zu bilden. Der Chemismus der Zelle allein ist nach Lubarsch nicht das Ausschlaggebende, es sind vielmehr biochemische Änderungen der Zellen, bzw. Veränderungen des Gesamtstoffwechsels oder des örtlichen Stoffwechsels. Worin aber die biochemische Veränderung der Zelle liegt, hierüber sind wir im unklaren.

Die Idee, daß das Karzinom eine Alterserscheinung sei, vertritt W. A. Freund. Er ist der Ansicht, daß die Karzinomanlage im Alter ziemlich generell verbreitet sei und daß das klinische Bild des Karzinoms die letzten Stadien eines Prozesses ausmacht, den nur die wenigsten Menschen erleben. Es wäre eben zu denken, daß gewisse Menschen einen beschleunigten Senilisierungsprozeß durchmachen und so dieses letzte Stadium von Altern erreichen, das sich uns in der Krebskrankheit offenbart. Da nicht alle Organe gleichmäßig altern und wir durch Rößle wissen, daß gewisse Organe einem rascheren Senium verfallen können, so ist ja der Gedanke gegeben, daß in solchen bevorzugt alternden Organen das Karzinom sich entwickelt. Freund ließ sich in dieser Auffassung des Karzinoms als Alterserscheinung besonders leiten von dem Nachweis, daß die Mamma auch der gesunden Frau im fünften Dezennium bereits präkarzinomatöse Zustände aufweist. So bedeutungsvoll diese Feststellung ja auch sein mag, so darf man sich nicht hiervon zu sehr in der Betrachtung leiten lassen. Befiele dieser Prozeß des schnellen Alterns, ich möchte sagen ein Senium praecox, mit besonderer Vorliebe die Mamma, dann müßte aber auch der Brustdrüsenkrebs eine ziffermäßig ganz andere Bedeutung besitzen. Das trifft aber nicht zu. Das Mammakarzinom beträgt in der allgemeinen Karzinomstatistik nur etwa 7 % aller Krebse und, wenn wir die Krebserkrankung beim weiblichen Geschlecht gesondert betrachten, so beträgt die Zahl der Brustdrüsenkrebse 12—15 %.

Es ist naheliegend, daß man heute in einer Zeit, in welcher die Lehre von den Organen mit innerer Sekretion so besonders ausgebaut ist, auch die Krebsentwicklung mit endokrinen Ursachen in Berührung brachte. Die Tatsache, daß die Karzinomentwicklung in einem Lebensalter auftritt, in welchem sich meist die geschlechtliche Involution vollzieht, gab zur Annahme Veranlassung, daß eine Störung der inneren Sekretion der Geschlechtsdrüsen ursachlich in Betracht komme. Diese Annahme trifft indessen nicht zu, sie wird vielmehr sogar durch gewisse Erfahrungen widerlegt. Indessen liegt trotzdem die Annahme nahe, daß innersekretorische Vorgänge einen Einfluß auf die Krebsentwicklung besitzen. In jeder Zelle ist ein formativer Trieb, ein Hang zum Wachsen. Ob sich diese Eigenschaft nun an die Chromosomenmasse knüpft oder an die Mitochondrien bzw. Plasmosomen, das sei unerörtert, es lebt aber in jeder Zelle eine Zeitlang ein gewisser Grad von Wachstumsfähigkeit. Nach vollendetem Wachstum müssen die Wuchsstoffe in der Zelle durch irgendeinen Einfluß gehemmt werden. Welcher Art dieser Einfluß ist, ist unbekannt; jedoch liegt es nahe, die Ursache in einen endokrinen Organ zu suchen. Eine Unterfunktion dieses Organs, bzw. ein Ausfall läßt diese Wuchsstoffe dann ins Unendliche weiter wuchern, da der hemmende Einfluß wegfällt. Auch ist es durchaus denkbar und nach gewissen Erfahrungen wahrscheinlich, daß dieser in jeder Zelle vorhandene Hang zum Wachstum auch noch durch spezifische Stoffe des Körpers beeinflußt wird, deren Vorhandensein im Organismus uns immer wieder ein endokrines Organ als Bildungsort mutmaßen läßt. Wir wissen, daß das Serum der Gesunden die Gabe der Karzinolyse besitzt, eine Fähigkeit, die dem Serum-Krebskranker fehlt. Es hat mithin der Körper des Gesunden ein mächtiges Abwehrmittel gegen das Karzinom, und wir wissen aus den Untersuchungen von Kaminer und Morgenstern, daß dieses Schutzmittel um so stärker ausgebildet ist, je jünger der Mensch ist. Es ist beim Säugling am stärksten, im Greisenalter am schwächsten. Eine ganz außerordentliche Bedeutung für den Krebsschutz des Körpers besitzt der Thymus. Je mehr sich der Thymus zurückbildet, um so geringer wird das Krebszerstörungsvermögen des Serums. Der Thymus auf der Höhe seiner funktionellen Tätigkeit gewährleistet einen absoluten Krebsschutz, das Serum von Individuen mit Status thymico-lymphaticus hat ein 3—6 mal höheres Zerstörungsvermögen für das Karzinom als das Serum gleichaltriger normaler Personen.

Eine Dysfunktion der Thymus wird also einen Ausfall an karzinolytischer Kraft des Serums bedingen und es ist anzunehmen, das das Karzinom dann eintritt, wenn der Thymus — sei es durch Rückbildung, durch krankhafte Entartung oder durch sonst eine möglicherweise auf endokrine Weise zu erklärende Hypofunktion — für den Organismus ausfällt. Es muß zurzeit noch unentschieden bleiben, ob die Dysfunktion der Thymus eine primäre oder sekundäre ist. An die Möglichkeit hemmender Einflüsse, die von anderen Organen mit innerer Sekretion auf die Thymus ausgeübt werden, muß dabei gedacht werden. Solche Einflüsse auf die Thymus sind bereits physiologisch nachgewiesen, wir kennen die Thymusatrophie im Laufe der Schwangerschaft. Es ist uns auch klinisch bekannt, wie außerordentlich ungünstig die Gravidität auf ein bereits bestehendes Karzinom einwirkt, und wir gehen daher nicht fehl in der Annahme, daß es die Hypofunktion der Thymus ist, welche hier die verhängnisvolle Wirkung ausübt. Eine noch richtig funktionierende Thymus gewährleistet die karzinolytische Kraft des Serums. Mit dem Wegfall der Karzinolyse aber beginnen die chemischen Zellumwandlungen, die sonst vom Körper parallelisiert werden, eine Gefahr für den Organismus zu bilden. In gewissen Zellen vermehren sich die Albumine unter Verminderung der Globuline, Alanin und Glutaminsäure tritt in ihnen auf, und so vollzieht sich der Stoffwechselgang, der aus der Gewebszelle die Karzinomzelle macht. Ist die Krebszelle ausgebildet, dann tritt die Erkrankung in das Stadium der Zellwucherung. Das schrankenlose Wachstum, die Malignität, die fermentative Abartung beginnt. Auch jetzt versucht der Körper noch Schutzstoffe gegen das Leiden zu bilden, so hat Abderhalden im Blut Krebskranker Abbaufermente für Krebseiweiß nachgewiesen. Der Organismus ist also bestrebt, für den Ausfall des karzinolytischen Körpers, der nach dem bereits Ausgeführten an das Verhandensein einer richtig funktionierenden Thymus geknüpft ist, einen Ersatz zu schaffen, ein Ersatz, der leider aber nicht mehr ausreicht, um die nunmehr beginnende Zerstörung zu verhüten. Hier nun beginnt die Aufgabe der Therapie. Ihre Aufgabe ist es, das Karzinom einerseits, solange es noch auf den Herd beschränkt ist, unschädlich zu machen, andererseits den Organismus in seiner Anbildung von Abwehrkräften zu unterstützen.

Zwei Schädigungen sind es, durch welche das Karzinom so verhängnisvoll wirkt: erstens der athypische Abbau der Eiweißkörper und zweitens die Verminderung der oxydativen Vorgänge im Körper. Diese bedingen dann in ihren Folgen den Zerfall des Gesamtorganismus. Welche Möglichkeiten gibt es nun, dieser Einwirkung therapeutisch entgegenzuarbeiten? Welche Mittel sind uns gegeben, mit denen es uns gelingt, die intrazellulären Fermente zu beeinflussen? Wir wissen, daß in den verschiedenen Organen eiweißspaltende Fermente vorhanden sind, welche spezifisch auf diese Organe eingestellt sind. Wir wissen, daß steril aufbewahrte Organstücke infolge des proteblytischen Ferments der spontanen Auflösung verfallen; es ist uns geläufig, daß dieser das Organ spezifisch treffende Auflösungsprozeß — die Autolyse — auch im lebenden Organismus vor sich geht und eine der Grundlagen des Zellstoffwechsels bildet. Im Gegensatz zu dieser physiologischen Autolyse baut der Krebs nun nicht nur sein eigenes Eiweiß ab, sondern er greift auch das Eiweiß fremder Organe an. Es besteht also neben der Autolyse beim Karzinom auch noch eine pathologische Heterolyse. In dieser Hinsicht unterscheiden sich die Fermente des Karzinoms von den sonstigen Körperfermenten. Dieses heterolytisch wirkende Ferment ist schon im Anfang in der Krebsgeschwulst vorhanden, es wird nur in seiner Wirkung durch gleichzeitig im Körper vorhandene Antifermente und andere hemmende Körper beeinträchtigt. Da die Fermente intrazellulär sind, so treten sie erst nach Zerfall der Zelle in Zirkulation. Es können daher geschlossene und noch nicht zerfallene Karzinome noch lange Zeit bestehen, ohne stärkeren Eiweißzerfall hervorzurufen. Tritt jedoch der Zerfall ein und gelangt nun das Ferment in Zirkulation, so tritt die heterolytische Eigenschaft des Krebsferments in den Vordergrund. Wir haben dann das klinische Bild der Kachexie vor uns. Parallel mit dem vermehrten Eiweißzerfall geht nun eine Verminderung der Katalase. Nicht alle Karzinome verhalten sich in dieser Hinsicht gleichmäßig. Die besondere Steigerung der Heterolyse und



damit parallel verlaufende Verminderung der Katalase zeigen in erster Linie die Karzinome der Verdauungsorgane, während die Krebse der Gebärmutter, der Zunge, des Kiefers diese Neigung lange nicht in dem Maße besitzen. Man kann hieraus unschwer ersehen, warum die Karzinome des Magen, Darm, Pankreas und Gallenblase ein unendlich schwierigeres Kapitel für die Therapie bilden und eine wesentlich schlechtere Prognose besitzen als die Krebsbildungen der weiblichen Geschlechtsorgane.

Was vermögen wir nun mit unseren therapeutischen Bestrebungen im Kampf gegen das Karzinom? Unsere bisherige Krebsbehandlung war eine rein örtliche, eine lediglich auf Vernichtung der malignen Neubildung gerichtete. Der Versuch, den Krebs zu heilen durch eine Umstimmung der Gewebe und eine Beeinflussung der Fermente im Sinne einer veränderten autolytischen Wirkung und eine Stärkung der Katalase wurde noch nicht gemacht. Die Erfahrung nur lehrte, daß jeder Behandlungsversuch, der die örtliche Krebsbeeinflussung außer acht ließ und nicht auf Vernichtung der Neubildung gerichtet war, einen Mißerfolg stärkster Art aufzuweisen hatte. Die ganze Chemotherapie, die Vaccine- und Autoserobehandlung brachten nur schwerste Enttäuschung. Von allen den anderen Mitteln, die im Laufe der Jahre eine kurzfristige Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben, ist gar nicht zu sprechen. Nach allen vergeblichen Versuchen kam man immer mehr zu der festen Vorstellung, daß eine Krebsbehandlung nur möglich ist auf Grundlage einer Krebsvernichtung in radikalster Form. Mit welchen Mitteln das nun zu erreichen sei, hierüber konnte man möglicherweise verschiedener Meinung sein, aber das Krebsvernichtungsprinzip blieb immer das gleiche.

Die bisherigen Erfolge unserer, auf Krebsvernichtung beruhender Karzinomtherapie sind im Gesamten betrachtet sehr bescheiden. Schon allein die Tatsache, daß man immer und immer versucht, neue Heilverfahren beim Karzinom zu ergründen, zeigt, daß unser bisheriges Behandlungssystem den gewünschten Erfolg nicht gehabt hat. Auch leiden alle die resümierenden Betrachtungen der Erfolge der Karzinomtherapie an ungenügender Sichtung. Schon das fast noch allgemein geübte gemeinsame Betrachten von Karzinom und Sarkom ist fehlerhaft. So viel gemeinsame Punkte auch hier bestehen mögen, so muß man sich endlich einmal zu einer strengen Trennung entschließen. Was für das Sarkom gültig ist, trifft nicht für das Karzinom zu. Ferner muß man sich freimachen von der Vorstellung, das Karzinom als eine im Verlauf einheitliche Erkrankung zu betrachten. Den biologischen Verschiedenheiten der einzelnen Karzinomformen wird viel zu wenig Rechnung getragen. Genau wie das Muttergewebe unendliche Verschiedenheiten aufweist, so verhält sich auch das auf dem Boden des Mutterbodens wachsende Karzinom. Wie verschiedenartig sich die Karzinome der Verdauungsorgane gegenüber dem Krebs der Frauenorgane verhalten, wurde schon vorstehend erwähnt. Aber sehen wir zunächst von der Organverschiedenheit ab, so verhält sich das Karzinomgewebe an sich wieder gänzlich unterschiedlich. Ein Skirrhus hat andere Eigenschaften als ein medulläres Karzinom, der Plattenepithelkrebs verhält sich anders als das Zylinderzellenkarzinom. Es kommt ferner darauf an, ob der Krebs lebenswichtige Organe befällt, deren Ausfall rasch zu deletären Folgen führt, oder ob er mechanische Behinderungen bei der Nahrungsaufnahme mit sich bringt, ob er fernerhin zu Ulzerationen neigt usw., kurzum eine solche Fülle von Verschiedenheiten, daß es schwierig ist, nur noch die gemeinsamen Punkte festzuhalten. Demgegenüber hat unsere bisherige Krebsbehandlung so gut wie keine individualisierenden Gesichtspunkte gehabt; man wandte sich einseitig der Karzinomvernichtung zu, die lange Zeit nur auf operativem Wege möglich war. Hat man nun irgend welchen Grund, mit dem bisherigen Operationsergebnis zufrieden zu sein? Hat etwa das Karzinom seine Schrecken verloren wie die Appendizitis, die Diphterie, der eingeklemmte Bruch? Schon gleich zu Beginn der operativen Karzinomtherapie steht als erster Schönheitsfehler die hohe Operationsmortalität. Nachdem die Erfahrung gelehrt hat, daß überhaupt nur der radikalste Weg zum Ziele führt, so liegt es in der Natur der Sache, daß der Chirurg bis zur äußersten Grenze des operativ Möglichen geht und gehen muß. Es ist dabei eine außerordentlich hohe Operationsmortalität unvermeidlich. Wir müssen

bei Karzinomoperationen mit einer primären Montalität von 25—30 % rechnen. Gehen die Krebserkrankten sehr spät in Zugang, erhöht sich diese Ziffer bis auf das Doppelte, und wir ersehen aus russischen Statistiken, daß hier mit einer Operationsmortalität von 50—60 % gerechnet wird. Wie steht es nun mit den Dauerresultaten der chirurgischen Therapie? Eigentlich sollte man die Frage noch ganz anders fassen. Sie sollte so lauten: in wieviel Fällen gelingt es, durch operative Maßnahmen aus dem Krebskranken wieder einen gesunden, den Kampf ums Dasein aufnehmenden Menschen zu machen? Jeder aufrichtige Beobachter, der über ein großes Betrachtungsmaterial verfügt, wird mir zugeben, daß dieses ideale Ziel der Krebsbehandlung leider nur ganz selten erreichbar ist. Und ich kann mich des Argwohns nicht erwehren, daß so mancher operativ geheilte Krebsfall, auf den man mit Stolz hinweist und bei dessen Betrachtung man sich freut, einen Menschen dem erwerbstätigen Leben erhalten zu haben, auch noch eine Fehldiagnose gewesen ist. Wie mancher makroskopisch als Krebs imponierender Tumor ist — zugegeben oder nicht — nur ein kallöses Ulkus gewesen! Meistens muß man beim operierten Karzinom — und insbesondere bei dem der Verdauungsorgane — froh sein, wenn es gelingt, dem Erkrankten nur eine leidliche Invalidität zu verschaffen. Meist bleibt der Mensch anfällig, eine Restitutio ad integrum findet nicht mehr statt. Die karzinomatöse Disposition bleibt eben bestehen.

Wir haben uns heute daran gewöhnt, einen Krebsfall als dauernd geheilt anzusehen, wenn er 5 Jahre rezidivfrei geblieben ist. Wir sind uns dabei der Gefahr des Spätrezidivs wohl bewußt, lassen es aber in dieser Betrachtung unberücksichtigt. Dieser Standpunkt besteht zu Recht. Man vergesse nie, daß das Karzinom eine Erkrankung der fortgeschrittenen Lebensalter ist und daß hier eine Verlängerung der Lebensdauer um 5 Jahre schon ein günstiges Resultat ist. Darüber, daß eine Rezidivfreiheit von fünfjähriger Dauer noch lange keine absolute Krebsheilung bedeutet, ist man heute kaum mehr verschiedener Ansicht. Rezidive und Spätmetastasen können noch nach viel längerer Zeit auftreten, ich erinnere nur an den bekannten Fall von Rues, in welchem noch nach 19 Jahren eine Spätmetastase beobachtet wurde. Und dennoch ist man berechtigt, einen Krebskranken, der 5 Jahre nach der Operation ein Rezidiv nicht aufweist, als vorläufig geheilt anzusehen, und man müßte mit diesem Resultat — selbst in Berücksichtigung der immer bestehenden Gefahr des Spätrezidivs — sogar sehr zufrieden sein, wenn es nur ein häufiges wäre. Dies ist es aber leider nicht. Wohl kennt die Literatur Fälle, in denen der Krebskranke 20 und mehr Jahre nach der Operation gelebt hat und völlig gesund war (W. A. Freund), aber solche Fälle sind die Ausnahmen. Sieht man sich die Erfolge der Operation bei den einzelnen Karzinomformen an, so ist das Gesamtresultat ein sehr unerfreuliches. Unter Zugrundelegung des Begriffs, daß fünfjährige Rezidivfreiheit eine Dauerheilung bedeute, finden wir beim Karzinom der weiblichen Geschlechtsorgane ungefähr im vierten bis fünften Teil der operierten Fälle Heilung. Beim Zervixkarzinom, das ja etwa $^9/_{10}$ aller Gebärmutterkrebse bildet, berichten unsere namhaftesten Gynäkologen über operative Dauererfolge wie folgt: Döderlein 20 %, Schauta 21,9 %, Zweifel 23,4 %, Franz 27,97 %, Bumm 28,63 %. Höhere Ziffern gibt Seitz an (43 %), Wertheim hat sogar in 50 % Heilungen zu verzeichnen. Beim weiblichen Genitalkarzinom liegen nun an sich die Verhältnisse günstiger wie bei Krebs der Abdominalorgane. Sie bleiben lange örtlich und neigen nicht in dem Maße zur Metastase wie die letzteren. Daher sind auch die Ergebnisse der Operation bei Magenkrebs ungünstiger als die eben erwähnten Resultate beim Genitalkarzinom. Die Angaben über Dauererfolge lauten hier folgendermaßen: Altschul 5 %, Kausch 11 %, Salzmann 12 %, Schoemaker 15 %, Kuttner 18 %, Panchet, Temoin 19 %, Anschütz 18—20 %, Mayo 25 %. Beim Mammakarzinom kann man im Mittel 30 % rechnen, Steinthal berichtet über 40 % Dauerresultate, Lindenberg 28 %, andere erzielten eine dreijährige Rezidivfreiheit in 16—42 %. Dieses Resultat ist schon sehr dürftig, und noch unbefriedigender sind die Heilresultate bei der Behandlung des Ösophaguskarzinoms. Diese Krebsform, deren Häufigkeit meist unterschätzt wird, zeigt eine enorm hohe primäre Operations-

mortalität (36—48 %). Meist muß man mit einer Rezidivfreiheit von weniger als 2 Jahren sich zufrieden geben, im Durchschnitt überleben die Operierten den Eingriff nur um wenige Monate. Wie man aus dieser kurzen Zusammenstellung ersieht, ist das Ergebnis der chirurgischen Krebsbehandlung kein günstiges. Denn selbst diese Ziffern geben uns nur ein Bild von dem Heilresultat des operablen Krebses. Ganz anders würde sich das Ergebnis gestalten, wenn die inoperablen Fälle hier mit angeführt würden. Je enger in der Beurteilung der Operabilität der einzelne Chirurg die Grenzen steckt, um so besser sind begreiflicherweise seine Resultate. Aber diese chirurgische Statistik gibt uns kein rechtes Bild von der Zahl der Krebskranken, die im Verhältnis zur Gesamtziffer gerettet worden sind. Wenn man unter diesem Gesichtswinkel die Zahlen mustert, dann engt sich der Erfolg der operativen Behandlung unendlich ein. So kommt Anschütz zu dem Ergebnis, daß man nur in 2—3 % der Fälle beim Magenkrebs den Operierten über 3 Jahre am Leben erhalten kann. Prinzing berechnet den Gesamterfolg der operativen Karzinomtherapie auf 4 %. Der Krebs kommt eben in einer sehr großen Zahl der Fälle gar nicht zur Operation. So wird der Darmkrebs nur in 46 %, das Mastdarmkarzinom in 65 %, der Magenkrebs nur in 20 % operiert. Günstiger liegt es beim Mammakrebs und beim Karzinom der weiblichen Genitalien.

Es ist ja zu verstehen, daß in einzelnen Kliniken und Krankenhäusern, in welchem man dem Krebs ein besonderes Interesse widmet und vor allen Dingen die Diagnose sehr zeitig stellt, die Resultate bessere sind. Im allgemeinen dürften aber die Heilergebnisse noch viel schlechter aussehen, als es nach den mitgeteilten Ziffern zu erwarten ist. Mit höheren Zahlen, als sie von Anschütz und Prinzing angegeben sind, dürfen wir nicht rechnen, und man muß offen zugeben, daß wir mit der operativen Therapie nicht mehr als 3—4 % Heilungen erreichen. Das bedeutet nun im Endergebnis eine große Enttäuschung. Es war daher begreiflich, daß man immer nach neuen Methoden Ausschau hielt, um dieses Resultat zu verbessern. Mit unendlich vielen Mitteln wurde der Versuch gemacht, ohne daß jedoch nur ein einziges sich als zuverlässig erwies. Als nun die Strahlentherapie ihren Aufschwung nahm, da war es selbstverständlich, daß man auch zu ihr griff. Heilversuche hat man beim Krebs mit Röntgenstrahlen schon gemacht, seit es Röntgenstrahlen gibt, und es ist solchen, oft mit der primitivsten Bestrahlungstechnik ausgeführten Versuchen da und dort auch der Erfolg zuteil geworden. Indessen blieben diese Mitteilungen ohne allgemeine Bedeutung, lange Zeit änderten sie nichts an unseren grundsätzlichen Auffassungen über Krebsbehandlung. Nochmals gewann die strahlentherapeutische Karzinombehandlung an Bedeutung, als die Franzosen ihre Versuche mit der Verwendung radioaktiver Substanzen machten. Richtige Erfolge sind dies auch nicht gewesen. Noch 1912 äußerte sich Wickham sehr reserviert über die Wirksamkeit der radioaktiven Körper beim Karzinom und warnte davor in übertriebenem Optimismus „die chirurgische Intervention zu vernachlässigen und zu verzögern". Auch in Deutschland erlahmten nie die Versuche mit Röntgenstrahlen und Radium den Krebs zu behandeln. Verhältnismäßig frühzeitig hob sich aus diesen Heilversuchen eine Krebsform als besonders günstiges der Strahlentherapie heraus. Es war das Epitheliom, und wir halten auch bis zur Stunde an dieser schon verhältnismäßig lange Zeit bekannten Erfahrung fest. Alles andere errang nur ephemere Bedeutung und geriet bald wieder in Vergessenheit. Als man nun gar die schweren Röntgenschädigungen kennen lernte und ferner einen Begriff erhielt von der Reizwirkung ungenügender Strahlenmengen, da wandte man sich von diesem Behandlungsmittel ab. Nochmals trat jedoch hierin ein Umschwung ein. Als man die Filtertechnik kennen lernte und nun allerdings damit in der Lage war, ganz andere Dosen zu verabreichen, als man die gefilterten Strahlen mit weitgehendstem Erfolg bei der Metropathie und beim Myom verwandte, da war es selbstverständlich, daß man nun auch beim Karzinom wieder die alte Behandlungsidee aufnahm. Da nun auch die Zahl der für eine Radiumtherapie in Frage kommenden radioaktiven Stoffe durch Otto Hahns Entdeckung des Mesothoriums eine bedeutende Bereicherung erfuhr, als man nachweisen konnte, daß die γ-Strahlen des Mesothoriums penetrierender sind als die des Radiums, da glaubten op-

timistisch Veranlagte, jetzt endlich das spezifische Krebsmittel gefunden zu haben, und man hielt sich für berechtigt, den noch operabel erscheinenden Krebs der Strahlentherapie zuzuführen. Es setzte nun 1912 und 1913 bei uns eine neue Periode der Karzinombehandlung ein, und mit hochgespanntesten Erwartungen ging man wieder an das Problem der Karzinomtherapie heran. Eine völlig neue Zeit der Technik begann, die alten Apparate genügten nicht mehr, man bedurfte enormer Sekundärspannungen von 150000—200000 Volt, die zunächst kein Induktor und kein Transformator gefahrlos längere Zeit vertrug, die bisherigen Röhren versagten, umwälzend wirkten diese neuen Bestrebungen auf alle Begriffe der Dosierung, Staat und Gemeinde steuerten große Summen zum Ankauf radioaktiver Substanzen bei, die Ära der operationslosen Behandlung des Krebses begann.

Es ist nie öffentlich genug betont worden, daß die sanguinischen Vertreter der Strahlentherapie des Krebses und die kühnsten Wortführer der operationslosen Behandlung nicht im Lager der Röntgenologen zu suchen sind. Die Röntgenologen verhielten sich, obwohl die ganze Idee ihre Wurzel im engsten Fachkreise hatte, zunächst noch völlig abwartend. Auf dem Röntgenkongreß 1914, auf welchem diese Frage doch im Mittelpunkt der Erörterung stand, vertrat kein Röntgenologe von Bedeutung die einseitige Strahlentherapie des Karzinoms. Die temperamentvollen Anhänger der operationslosen Methode waren die Gynäkologen. Aus ihren Reihen stammten auch die vernichtenden statistischen Angaben über den Erfolg oder besser gesagt absoluten Mißerfog der chirurgischen Krebsbehandlung. Ich erinnere nur an die Mitteilung v. Seufferts, daß die Radikaloperation des Uteruskrebses bei schon infizierten Drüsen einen Dauererfolg nur in 0,1—1,0 % aufweist! Ungünstiger konnte nun kaum ein Resultat noch werden, und es war selbstverständlich, daß sich viele angesichts solch trostloser Mitteilungen der operationslosen Methode zuwandten, in der Erwägung, daß es damit auch nicht schlechter gehen könne. Besonders war es ja ein Argument, das die Gynäkologen, soweit sie radikale Anhänger der Bestrahlungstherapie waren, den Vertretern des chirurgischen Verfahrens immer mit einem Schein von Recht entgegenhielten: es war das Gefahrlose der Strahlentherapie gegenüber der hohen Operationsmortalität bei der chirurgischen Behandlung. Man sagte eben 30 % Tote im Mittel auf der einen Seite, 0 % auf der andern. Es klingt dies sehr überzeugend und mußte auch zweifellos im Zusammenhang mit der statistischen Begründung der trostlosen Heilungsaussichten bei chirurgischer Therapie eine tiefe Wirkung ausüben. Und trotzdem stimmt das alles nicht so unbedingt. Die Bestrahlung ist absolut nicht das gefahrlose Verfahren, bei welchem man von 0 % Mortalität sprechen kann. Ich sehe hier ganz ab von groben Verbrennungen, die ja doch wohl vermeidbar sind, ich verweile auch nicht bei den Fällen von tödlich verlaufenen Darmschädigungen, die in letzter Zeit so sehr viel die allgemeine Aufmerksamkeit erregt haben und doch nur eine singuläre Bedeutung besitzen. Ganz anders aber ist es mit den Schädigungen allgemeiner Art, die man gelegentlich bei Bestrahlungen beobachten kann. Solche Zwischenfälle erlebt man bei der Bestrahlung sehr ausgedehnter Karzinome immer, und ich möchte hier vollständig Blumenthal beipflichten, der auf die im Anschluß an Bestrahlungen entstehenden Gefahren der inneren Verblutung, der Verjauchung nekrotischen Gewebes und Vergiftung durch Resorption schnell erweichter Krebsmassen hinweist. Die Karzinome sind meist stark mit Blutgefäßen durchsetzt, und es kommt bei der durch Bestrahlung verursachten Nekrose zu Blutungen, die gefährlich werden können. Da solche Todesfälle nicht unmittelbar im Anschluß an die Bestrahlung auftreten, so wird ihr Vorkommen meist nicht richtig gedeutet und es wird so die Gefahr der inneren Verblutung — namentlich bei den poliklinisch behandelten Fällen, in denen die Autopsie fehlt — übersehen.

Die Bestrahlungstherapie ist ebenso wie die chirurgische eine auf Vernichtung des Krebsgewebes gerichtete Behandlung. Auch hier handelt es sich lediglich um die örtliche Bekämpfung des Karzinoms genau wie bei der Operation. Insofern besteht zwischen diesen beiden Methoden gar kein Gegensatz. Der Heilplan ist derselbe, nur die Wahl der Mittel ist eine verschiedene. So kommt es auch, daß beide Methoden an derselben Schwierigkeit ihre Grenze finden: an der



Metastase. Wo sie feststellbar ist, beseitigt sie der Chirurg mit dem Messer, der Röntgenologe mit der Bestrahlung. Aber sie ist nun einmal in der Mehrzahl der Fälle nicht lokalisierbar, und hier beginnt der schwere, beiden Behandlungsmethoden gleichmäßig zukommende Mißerfolg. Ebenso wie bei der Metastase verfolgt beide Behandlungsarten dasselbe Schicksal bei nicht vollkommen ausgeführter Vernichtung des Primärkarzinoms. Nicht immer ist man in der Lage, makroskopisch feststellen zu können, ob man sich auch tatsächlich schon im völlig Gesunden befindet. Die planmäßige Entfernung aller für das Karzinom in Betracht kommenden Gewebe kann für tastenden Finger und das Auge restlos erfolgt sein, und trotzdem sind noch Karzinomherde zurückgeblieben, von denen dann die Erkrankung ihren neuen Ausgang nimmt. Ebenso wie der Chirurg läßt auch der Röntgenologe Krebsreste zurück. Jenseits der Reichweite der radioaktiven Präparate und an der Peripherie des Strahlenkegels der Röntgenstrahlen liegen oftmals noch Karzinompartikelchen, auf die der Strahl eine vernichtende Wirkung nicht mehr ausübt. Dieses Zurückbleiben von Krebsnestern kann aber bei der Strahlentherapie noch viel verhängnisvoller werden als bei der chirurgischen Behandlung. Während bei der letzteren solche Krebsreste noch gelegentlich durch den natürlichen Heilungsprozeß des Körpers unschädlich gemacht werden können, haben bei der Bestrahlung zurückgebliebene Krebsreste eine Reizdose erhalten, welche sie zu bevorzugtem neuen Wachstum anregt. Was außerhalb des Vernichtungsbereichs der Strahlen liegt, wird angeregt, eine Selbsthilfe der Natur wird dadurch unmöglich.

In seinem Verhalten den Strahlen gegenüber sehen wir beim Karzinom eine unendliche Verschiedenheit. Bald ist eine rasche Wirksamkeit festzustellen, so daß der Krebs schnell verschwindet, bald sieht man ein völlig refraktäres Verhalten des Krebsgewebes. Bei der unendlichen Verschiedenheit des Mutterbodens, auf dem der Krebs entstehen kann, sollte man ja eigentlich a priori annehmen, daß die Strahlenempfindlichkeit des Karzinoms der Radiosensibilität des Mutterbodens entspräche und sich ihr analog verhalte. Diese Annahme ist eine ziemlich verbreitete und vielfach literarisch vertretene. So glaubte man die verschiedene Wirksamkeit der Bestrahlung auf das Karzinom zwanglos erklären zu können. Auch sollten die drüsigen Karzinome schlecht, die primär soliden Karzinome besser auf Bestrahlung reagieren. Von den letzteren sollen es nach Adler wieder die in höherem Grade ausgereiften Karzinome sein, die noch an die regulären Epithelverbände des Mutterbodens erinnern, welche sich besonders für die Strahlentherapie eignen. Die aus kleinen protoplasmaarmen, meist polymorphen Elementen bestehenden Krebszellenverbände, die keine Ähnlichkeit mit dem Mutterboden mehr aufweisen, sind der Bestrahlung nicht zugänglich. Die Annahme eines gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen histologischem Aufbau des Krebses und Beeinflussung durch Strahlenbehandlung schien auch nach vielen praktischen Erfahrungen eine sehr begründete zu sein. Wir sehen z. B. beim Zervixkarzinom Wirkungen, die uns in gleichem Maße beim Magenkrebs versagt blieben, wir sehen, daß das Mammakarzinom sich völlig anders verhielt als der Zungenkrebs. Vor allem aber mußte uns die ausgezeichnete Wirkung der Bestrahlung beim Epitheliom veranlassen, an eine verschiedene Radiosensibilität der einzelnen Karzinomformen zu glauben. Indessen haben uns eingehende Nachprüfungen in dieser Überzeugung nicht gefestigt. Ich möchte zunächst beim Epitheliom verweilen. Über den Wert der Bestrahlung desselben ist heute nicht mehr zu diskutieren. Das Epitheliom ist — wie bereits erwähnt — schon lange eine für diese Behandlungsform bevorzugt geeignete Karzinomart; wir verfügen heute über ein hinreichend großes Beobachtungsmaterial und ausreichende Betrachtungszeiten, um hierüber abschließend urteilen zu können. Jedoch möchte es mir fast zweifelhaft erscheinen, ob man überhaupt berechtigt ist, das Epitheliom noch als eine Karzinomform anzusehen. Die neuesten serologischen Untersuchungen von de Crinis und Mahnert haben ein derartig differentes Verhalten des Epithelioms gegenüber den übrigen Karzinomen ergeben, daß man sich gezwungen sieht, das Epitheliom vom Krebs ganz und gar zu trennen. Da sich also das Epitheliom serologisch grundsätzlich anders verhält als das Karzinom, so müssen wir künftig darauf verzichten, das-

selbe als Beleg für eine besondere Radiosensibilität bestimmter Krebsarten anzuführen. Daß ein gewisser Unterschied zwischen den einzelnen Karzinomformen vorhanden ist, daß manche etwas mehr strahlenempfindlich sind, manche etwas weniger, ist zweifellos, aber man muß sich hüten, die Bedeutung dieses differenten Verhaltens zu überschätzen. Ganz anders liegt es indessen bei der Karzinombestrahlung mit Einflüssen allgemeiner Art. So ist es von ganz außerordentlicher Bedeutung, ob der zu bestrahlende Patient bereits kachektisch ist oder nicht. Das Karzinom ist bei gleichzeitig vorhandener Kachexie sehr wenig strahlenempfindlich, ja, es kann diese Herabsetzung der Strahlenempfindlichkeit bei zur Unempfindlichkeit, bis zum refraktären Verhalten gehen. Man muß sogar annehmen, daß diese Herabsetzung der Strahlenempfindlichkeit beim kachektischen Individuum nicht nur auf das Karzinom allein beschränkt ist. Die Verminderung der Radiosensibilität ist bei Krebskachexie eine allgemeine und wir sehen, daß die Haut der Kachektiker viel höhere Strahlendosen verträgt als die der Gesunden. Der kachektische Organismus ist eben viel weniger radiosensibel als der nicht kachektische. Da nun die Mehrzahl der Karzinomkranken bereits in kachektischem Zustand in Behandlung kommt, so erklärt sich die Unwirksamkeit der Bestrahlung in vielen Fällen einfach dadurch. Erfahrungsgemäß wird nun das Zervixkarzinom früher diagnostiziert als der Magenkrebs. Es besteht dadurch die Möglichkeit, diese Erkrankung der Strahlentherapie zu einer Zeit schon zuzuführen, in der der Patient noch nicht der Kachexie verfallen ist. So kommt es, daß gerade beim Karzinom der weiblichen Geschlechtsorgane die Strahlentherapie Erfolge erzielt, die ihr beim meist im kachektischen Zustand überwiesenen Magenkrebs fehlen. Wir ersehen hieraus, daß die Bedeutung der Kachexie für den Verlauf der Strahlentherapie eine ganz außerordentliche ist. Sie kann entscheidend sein für Erfolg und Mißerfolg. Auch sind wir heute genötigt, den Kachexiebegriff viel weiter zu fassen wie bisher. Die klinische Feststellung allein genügt nicht mehr für Annahme der Kachexie. Wir müssen annehmen, daß die Kachexie oft schon existiert, ohne sich für die Betrachtung zu manifestieren. Wir wissen, daß das Serum von Kachektischen sich ganz anders verhält wie das Serum von nicht kachektischen Krebskranken. Das Serum der Krebskranken baut Karzinomeiweiß ab, sowie das Eiweiß dieser Organe, die von Krebs befallen sind. Das Serum der Kachektischen baut aber außerdem stets noch Lebereiweiß ab. Wenn wir uns nun vergegenwärtigen, daß der verstärkte Abbau des Lebereiweiß schon eine frühe Eigenschaft der Karzinome des Verdauungskanals bildet — eine Eigenschaft, die den Karzinomen der weiblichen Geschlechtsorgane zunächst fehlt —, so können wir daraus schließen, daß die Kachexie beim Magenkarzinom eine sehr frühzeitige ist und oft schon bestehen kann, ohne äußerlich nachgewiesen zu werden. Dies bedeutet praktisch genommen eine Unwirksamkeit der Strahlenbehandlung beim Karzinom der Verdauungsorgane, und man könnte hier einwenden, daß in letzter Linie eben doch das Karzinom dieser Organe eine verminderte Radiosensibilität besitze. Dies ist nur scheinbar richtig. Während man bisher immer von der verschiedenen Empfindlichkeit der einzelnen Karzinomarten sprach und dabei ihren histologischen Bau vor Augen hatte, beruht die Auffassung der mangelnden Radiosensibilität beim Kachektikerkarzinom nicht auf örtlicher, sondern auf allgemeiner Grundlage. Der histologische Aufbau ist nicht das allein Ausschlaggebende. Für die Behandlung des Karzinoms ist dies von grundsätzlicher Bedeutung. Haben wir Karzinomformen vor uns, deren refraktäres Verhalten gegen Bestrahlung in ihrem histologischen Aufbau begründet erscheint, dann ist es ein zweckloses Unternehmen, immer und immer wieder hier die Strahlentherapie zu versuchen. Es wäre dann nur noch unsere Aufgabe gewesen, festzustellen, welche Karzinome von der Bestrahlung endgültig auszuschließen sind. Ganz anders aber liegt es, wenn es Gründe allgemeiner Art sind, die bei der Strahlentherapie vieler Karzinome den Mißerfolg bedingen. Allerdings sollte man auf den ersten Anblick glauben, daß damit jede Hoffnung, mit der Strahlentherapie etwas zu erreichen, schwände, indessen trifft das doch nicht so ganz zu. Wir sind nicht ganz so machtlos im Kampfe gegen die Karzinomverelendung des Körpers. Wir müssen eben zunächst die Kachexie bekämpfen und dann das Karzinom erneut in Angriff nehmen. Dies ist bis jetzt

der Fehler unserer ganzen Karzinomtherapie gewesen, daß sie stets nur eine einseitig örtliche gewesen ist. Wir haben es nicht genügend gewürdigt, daß der Krebs eine Stoffwechselerkrankung ist. Ebenso fehlerhaft sind die vereinzelten Versuche gewesen, das Karzinom im Wege der Allgemeinbehandlung unter Außerachtlassung aller örtlicher Therapie beeinflussen zu wollen. Hat unsere lokale Behandlung — sei es nun durch Operation oder sei es durch Bestrahlung — wenigstens noch einen kleinen Teil der Krebserkrankten zu retten vermocht, so hat sich die Chemotherapie als ganz unfähig erwiesen, auch nur in einem einzigen Falle einen Heilerfolg zu erzielen. Indessen sei man nicht ungerecht. Wohl ist es unmöglich, mit dem chemotherapeutischen Verfahren ein Karzinom zu heilen, aber es zeigen sich die Mittel der Chemotherapie wirksam, um die Kachexie zu bekämpfen. Ist uns dieses aber erst gelungen, dann ist es auch für die Strahlentherapie wieder möglich, das Karzinom salutär zu beeinflussen.

Daß die Strahlentherapie beim Karzinom Kachektischer so gänzlich versagt, das erklärt sich durch die starke Veränderung der physikalischen Eigenschaften des Gewebes. Wir müssen annehmen, daß die Suspensionskolloide eine von der Norm abweichende physikalische Beschaffenheit aufweisen und daß die eine negative Ladung tragenden Eiweißgranula beim Kachektiker sich in einem Zustand befinden, der sich dem isoelektrischen nähert. Mit dem Eintreten des isoelektrischen Zustands ist natürlich an eine erfolgreiche Wirksamkeit der Strahlentherapie nicht mehr zu denken. Es ist die Aufgabe der Strahlentherapie, das Karzinom in jenem biologischen Abschnitt zu treffen, in welchem die Zahl der kolloidalen Eiweißgranula noch nicht auf voller Höhe steht und infolgedessen die neugebildete Zelle besonders strahlenempfindlich ist. Ist die Zelle ausgewachsen, so ist die Strahlenwirksamkeit schon erheblich geringer, ist sie aber überaltert — wie beim kachektischen Individuum — so haben wir den strahlenrefraktären Zustand vor uns.

Die Hoffnung nun, daß es uns gelänge, mit der Strahlentherapie gleichzeitig eine örtliche und außerdem auch noch eine allgemeine Wirkung ausüben zu können, ist eine alte. Man glaubte an eine besondere, im Sinne einer Heilung verwendbare Fernwirkung der Strahlen, auch hoffte man die durch örtliche Applikation von Strahlen erzielte Wirkung noch durch intravenöse Einverleibung von Thorium X steigern und so günstig das Allgemeinbefinden und die Gesamtkonstitution beeinflussen zu können. Man dachte sich, daß die Strahlen das Karzinom selbst, das Thorium X die Metastase beeinflusse, außerdem aber dabei auch noch sonst verschiedene uns unbekannte Heilungsvorgänge auslöse, auf intrazelluläre Fermente wirke usw. Diesen Erwartungen lagen nun falsche Vorstellungen über die Strahlenwirkung zugrunde. Allerdings gibt es eine Fernwirkung der Strahlen, aber diese Wirkung ist keine das Karzinom etwa elektiv abbauende — wie so viele Anhänger des Elektivbegriffs vermuteten und erhofften —, sondern sie ist im Gegenteil sogar eine das Krebswachstum anregende. Jede nicht die örtliche Zerstörung des Karzinoms herbeiführende Strahlenwirkung ist gefährlich, die Idee den Körper allgemein mit Massendosen ultrapenetrierender Strahlen zu behandeln und es den Strahlen zu überlassen, das Karzinom in seiner metastatischen Ausbreitung unschädlich zu machen, muß aufgegeben werden. Die intravenöse Verwendung von Thorium X ist beim Karzinom nur eine schädliche. Die Hoffnung durch Bestrahlung — bzw. durch Einverleibung radioaktiver Körper — den Organismus allgemein zu beeinflussen und ihn umstimmen zu können, war eine trügerische. Es gibt keine Möglichkeit, die karzinolytische Fähigkeit des Organismus durch Strahlenwirkung anzuregen, ebenso muß man sich darüber im klaren sein, daß wir mit Zuhilfenahme der ultrapenetrierenden Strahlen oder der radioaktiven Körper eine Anregung intrazellulärer Fermente im Sinne einer Krebsheilung nicht ausüben können. Die Wirkung der penetrierenden Strahlung ist nur eine örtliche, nie eine allgemeine. Diese Strahlung wirkt auf gewisse Teile der Zelle ein, und ich lasse es ganz unentschieden, ob alles das, was man heute unter dem Granulabegriff zusammenfaßt (Muchsche Granula, Bendas Mitochondrien, Arnolds Plasmosomen), auf Bestrahlung gleichmäßig reagiert. Es ist durchaus möglich, daß die eine oder andere Gruppe dieser Granula eine höhere Radiosensibilität besitzt,

und es scheint mir, daß die Mitochondrien besonders für eine Bestrahlungswirkung in Frage kommen. Aber qualitativ ist die Wirkung auf alles, was unter dem Granulabegriff zusammengefaßt wird, dieselbe: die Granula verlieren ihre elektrische Ladung und werden bei genügend starker Einwirkung ausgefällt. Besitzt die Zelle keine Reservekräfte mehr, so geht sie unter. Eine andere Wirkung kann die Bestrahlung aber nicht enthalten. Sie kann auf die Granula nicht anders als in störendem Sinne wirken. Also gerade die Eigenschaften der Granula, welche für einen Heilungsvorgang besonders in Frage kommen, ihr Funktionieren im Sinne der Resorption, Assimilation, Dissimilation, Metathese, Synthese, dies alles kann durch die Tiefentherapie nicht anders als hemmend beeinflußt werden. Soll aber auf den Körper ein heilender Einfluß im Sinne einer Gewebsumstimmung ausgeübt werden, soll der Organismus in den Stand gesetzt werden, Schutzstoffe gegen das Karzinom zu bilden und karzinolytische Kräfte im Serum zu entwickeln, dann bedarf es gerade einer Anregung dieser Organellen. Dies ist jedoch gerade das, was die penetrierende Strahlung nicht zu geben vermag. Hier liegt die Grenze dieser Therapieform. Wollen wir aber beim Krebs die Organellen der Zelle beeinflussen, dann ist es nötig, zuerst das Karzinom örtlich zu beseitigen und im Anschluß hieran dem Organismus die Hilfsmittel zuzuführen, die auf ihn einen allgemeinen Einfluß ausüben. Hier beginnt die große Wirksamkeit der Chemotherapie. Wir haben z. B. im Atoxyl in Verbindung mit arseniger Säure ein Mittel kennen gelernt, das für sich allein angewandt wirkungslos ist, jedoch in Verbindung mit der örtlichen Krebsbehandlung sogar noch in fortgeschrittenen Fällen etwas zu leisten vermag, der Kachexie entgegenwirkt und die Abwehrkräfte des Körpers anregt. Auch die Organtherapie wäre hier heranzuziehen. Bei der starken Wechselwirkung zwischen Thymusfunktion und Karzinolyse ist der Verwendung von Thymuspräparaten das Wort zu reden. Schließlich kommt daneben noch die Phototherapie in Frage. Seit wir durch die Blochschen Untersuchungen wissen, daß ultraviolette Strahlen ein intrazelluläres Oxydationsferment zu beeinflussen vermögen, so ist es durchaus angebracht, zur Hebung des Gesamtstoffwechsels sich auch der ultravioletten Strahlen zu bedienen.

Alle diese Mittel — wie das Atoxyl mit arseniger Säure, die Organpräparate, die ultravioletten Strahlen, denen man auch noch die Diathermie und die Autoserotherapie anfügen kann — sind natürlich nur in Verbindung mit einer spezifischen Krebstherapie zu verwenden. Sie haben derselben entweder voranzugehen — wie z. B. bei der Kachexie — oder zu folgen. Für sich allein angewandt, sind sie wirkungslos.

Die Umstimmung der Gewebe ist das Ziel der Krebstherapie. Ist der eigentliche Krebsherd entfernt, so ist es nunmehr die Aufgabe der Therapie, die daniederliegenden natürlichen Heilkräfte des Körpers zu stärken und damit der Malignitätstendenz der Zelle und der fermentativen Abartung entgegenzuwirken. Nur der Organismus, der wieder instand gesetzt ist, natürliche Abwehrstoffe gegen das Karzinom anzubilden, vermag es nach Entfernung des Krebsherdes sich gegen die Metastase und das Rezidiv zu schützen. Dieser Schutz aber muß vom Körper selbst ausgehen, die genannten therapeutischen Mittel vermögen nur die Anbildung der Schutzstoffe zu fördern, nicht aber sie zu erzeugen. Hier liegt der Wesenspunkt des Krebsheilungsproblems.

Die geringen Erfolge, die unsere bisherige Krebstherapie aufzuweisen hat, erklären sich durch ihre Einseitigkeit. Die örtliche Behandlung war dabei alles, die natürlichen Heilkräfte des Körpers blieben außer Betrachtung. Wir stehen heute noch in der Krebsbehandlung auf einem Standpunkt, den wir beim Lupus und der chirurgischen Tuberkulose längst verlassen haben. Es war der Fehler der absoluten Anhänger der Strahlentherapie, daß sie glaubten, das Krebsheilungsproblem im Wege einseitiger lokaler Bestrahlung lösen zu können. Die Hoffnung, daß die Strahlentherapie die operative Behandlung des Krebses werde ersetzen können, muß heute aufgegeben werden. Zwar hat die Strahlentherapie beim Zervixkarzinom in 20 % der Fälle Heilung erzielt und bleibt mit diesem Ergebnis nicht hinter den Erfolg der chirurgischen Behandlung zurück. Ja, wenn man bedenkt, daß die Zahl der durch Operation geheilten Karzi-



nome sich nicht auf die Gesamtzahl der Krebserkrankten überhaupt, sondern nur auf die der operablen Fälle bezieht, so ist das Ergebnis der Strahlentherapie, die etwa dem fünften Teil aller an Zervixkarzinom Erkrankten noch Rettung bringt, sogar günstiger als das der chirurgischen Behandlung. Aber neben diesen Erfolgen beim Zervixkarzinom stehen doch recht viele negative Ergebnisse. Daher soll man das Karzinom, solange es noch operabel ist, operieren, und man darf sich auch durch die hohe Operationsmortalität nicht schrecken lassen. Viel bedeutungsvoller sind die Erfolge der Strahlentherapie beim bereits operierten Krebs. Hier ergibt der Vergleich der bestrahlten und nicht bestrahlten Fälle, daß die Bestrahlung das Heilergebnis um mehr als 30 % verbessert.

Die große Bedeutung jedoch erlangt die Strahlentherapie beim inoperablen Karzinom, bei welchem man früher von einem Heilplan doch eigentlich überhaupt nicht sprechen konnte und sich mit einer symptomatischen Behandlung begnügen mußte. Die Erfolge der Strahlentherapie können beim inoperablen Karzinom durch Hebung der allgemeinen Widerstandsfähigkeit des Körpers noch außerordentlich gesteigert werden. Mit der — natürlich immer in erster Linie zu fordernden — Vernichtung des Karzinoms sind eben die Aufgaben der Krebstherapie nicht abgeschlossen, wir müssen uns außerdem der Idee einer Krebsheilung im Sinne einer Umstimmung der Gewebe und des Gesamtstoffwechsels mehr zuwenden. Hier liegen die Wurzeln des Krebsheilungsproblems, dessen Lösung uns bis jetzt noch nicht gelungen ist.

Aus einem Feldlazarett.

Lagebestimmung und Operation von Steckgeschossen mittels verbesserter Durchleuchtungsverfahren und Operationshilfsmittel.

Von

Oberarzt d. R. Dr. **Heinrich Goergens.**

Wer die über Fremdkörperlokalisationen handelnde Literatur der Kriegsjahre durchsieht, wird erstaunt sein über den Aufwand an Arbeit und Scharfsinn, die der Vervollkommnung alter und dem Ausbau neuer röntgenologischer Lagebestimmungsmethoden gewidmet worden sind. Heute kann man sagen: Das Problem der Lagebestimmung eines im menschlichen Körper liegenden Geschosses ist gelöst. Mit zahlreichen Verfahren, die ganz verschiedenartige Wege einschlagen, sich verschiedenartiger Mittel bedienen und deren einzelne wieder in vielen Modifikationen verbessert und abgeändert sind, ist die Lösung erreicht worden. Während eine Gruppe dieser Methoden die systematische Durchleuchtung des den Fremdkörper beherbergenden Körperteils mit sorgfältiger Verwertung aller auf dem Röntgenschirm sichtbaren anatomischen Punkte und funktionellen Momente sich ein Bild von der Lage des Geschosses zu machen sucht, bestimmt eine andere Gruppe durch Plattenaufnahmen geometrisch genau seine Tiefenlage von einem bestimmten Hauptpunkte aus. Es würde zu weit führen, darauf einzugehen, auf welche Weise eine solche geometrische Bestimmung ermöglicht wird. Es sei nur darauf hingewiesen, daß es meist durch zwei Aufnahmen der betreffenden Körpergegend unter Verschiebung der Röhre und Ausmessungsberechnung des entstandenen Doppelbildes geschieht. Das bekannteste dieser geometrischen Verfahren ist das Fürstenausche. Eine weitere Gruppe von Verfahren, welche die den geometrischen Methoden eigenen technischen und rechnerischen Fehlerquellen vermeiden wollte und auch in dem Vorherrschen der geometrischen und dem Zurückdrängen der anatomischen Gesichtspunkte einen Mangel dieser Methoden sah, suchte durch Erschließung der anatomischen Raumverhältnisse sich einen unmittelbaren subjektiven körperlichen Eindruck von der Lage des Fremdkörpers zu verschaffen. Es sind dies die stereoskopischen Verfahren. Ihre Ausgestaltung durch Messung lieferte auch objektive Anhaltspunkte. Leider ist die besonders von Trendelenburg und Hassel-

wander bis zur Vollendung ausgebaute objektive Stereophotogrammetrie in der Apparatur und in der Ausführung der Aufnahmen und Messungen des stereoskopischen Bildes so kompliziert, daß sie wohl niemals Gemeingut der Fremdkörperoperationen auszuführenden Chirurgen werden wird.

Auch andere Verfahren kranken daran, daß sie der allgemeinen Einführung zu große Schwierigkeiten bieten. Die einen verlangen komplizierte Rechnungen, bei anderen ist die Technik der Bestimmung zeitraubend und an kostspielige Apparaturen gebunden, wieder andere erfordern großen Plattenaufwand. Solche Methoden aber, die nur in der Hand einzelner oder nur auf einigen wohleingerichteten Stationen, wenn auch mit noch so genauen Ergebnissen ausführbar sind, haben nur bedingten Wert. Sie führen dazu, daß sie die Fremdkörperbestimmung immer mehr der Hand des Chirurgen entwindet und zu einem Reservat des Röntgenologen wird. Diese Arbeitsteilung ist aber grundsätzlich bedenklich, weil sie den Keim zu Mißerfolgen in sich trägt. Ein Operateur, der lediglich auf Grund einer ihm von der Röntgenstation gelieferten Skizze oder Platte zur Entfernung eines Steckgeschosses schreitet, wird sicher nicht mit der Sicherheit und Schnelligkeit das Geschoß finden wie derjenige, der sich durch die Arbeit der Fremdkörperbestimmung selbst ein Bild von seiner Größe und Lage verschafft hat. Auch wird es oft vorkommen, daß der Operateur keine Hilfskräfte für die Fremdkörperbestimmung in erreichbarer Nähe hat und unbedingt selbst in der Lage sein muß, eine solche auszuführen, — so in Feldlazaretten und in kleineren Krankenhäusern in der Heimat. Deshalb heißt das Endziel, Verfahren schaffen, die jedem, an den die Aufgabe einer Fremdkörperentfernung herantritt, gestatten, auch die Lagebestimmung des Fremdkörpers selbst auszuführen. Es gibt mehrere Verfahren, die diese Forderung der bequemen praktischen Ausführbarkeit erfüllen. Von den geometrischen Plattenmethoden sei der Fürstenausche Zirkel und der Wachtelsche Schwebemarkenlokalisator genannt, die die umständliche Rechnung durch automatisch arbeitende Meßinstrumente ersetzen.

Eine weitere wichtige Frage ist die Kostspieligkeit des Verfahrens. In Betracht kommen die einmaligen Anschaffungs- und die laufenden Betriebsunkosten. Es liegt auf der Hand, daß Verfahren mit einfachen Hilfsmitteln — gleiche Leistungsfähigkeit vorausgesetzt — unbestreitbare Vorzüge vor solchen mit teueren Apparaten, daß Durchleuchtungsverfahren wegen Plattenersparnis Vorzüge vor Aufnahmeverfahren besitzen. Gerade dieser letztere Punkt erscheint in unserer Zeit des ungeheuren Materialverbrauchs und der gewaltigen Materialteuerung besonders wichtig. Wenn schon Schjerning 1902 (Die Schußverletzungen, Archiv d. norm. und pathol. Anat. v. Schjerning, Thöle und Voß, II. Aufl. 1913) verlangt, daß für Kriegschirurgie in erster Linie die Durchleuchtungsmethode berücksichtigt werden soll, so muß man heute dieser Forderung um so mehr beipflichten. Der Einwand, daß durch größeren Röhrenverbrauch die Plattenersparnis wieder ausgeglichen werde, kann ihr den Vorzug, das billigste aller Verfahren zu sein, nicht nehmen. Bei richtiger Härte und Belastung der Röhre spielt der Röhrenverbrauch gegenüber den Plattenunkosten eine verschwindende Rolle. Daß bei der Durchleuchtung der Patient durch die Röntgenstrahlen geschädigt werden könne, kann wohl bei der kurzdauernden Einwirkung ebenso als ausgeschlossen gelten wie Schädigungen des Untersuchers, wenn er die nötigen Schutzvorrichtungen gebraucht.

Wie verhält es sich aber mit der Leistungsfähigkeit des Durchleuchtungsverfahrens? Es ist in vieler Beziehung den Plattenaufnahmeverfahren überlegen. Bei systematischer Anwendung gestattet die einfache Durchleuchtung ohne irgendwelche andere Hilfsmittel bereits ein ziemlich genaues Urteil über Größe und Lage des Fremdkörpers. Mitunter macht man sogar für die Art der Behandlung des Falles höchstwichtige Gelegenheitsentdeckungen, wie helle Höfe in der Umgebung des Geschoßsplitters (Gasödembazillen!). Indem man den Körper vor dem Schirm in verschiedenen Richtungen dreht, sieht man schon, wo ungefähr das Geschoß sitzt, ob an der Außen- oder Innenseite des Knochens, ob nahe der Haut oder in der Tiefe (Perthes). Je geringer bei Drehungen des betreffenden Körperteils



um die Längsachse der Ausschlag des Fremdkörpers auf dem Röntgenschirm ist, desto näher befindet er sich der dem Schirm zugekehrten Seite, je größer der Ausschlag, desto mehr liegt er zur Röhre hin. Man merkt sich ferner den Abstand von markanten Knochenpunkten und achtet auf aktive und passive Mitbewegung mit bestimmten Organen, z. B. darauf, ob der Fremdkörper mit der Zunge herausgestreckt wird oder nicht, ob er sich in der Brustwand passiv verschieben läßt oder sich mit der Ahnung mitbewegt (physiologische und funktionelle Lokalisation) (Haenisch, Bruns Beitr. 101 Heft 5, Kr.-chir. Heft 5, Grashey, Bruns Beitr. 1916, Kr.-chir. Heft 20—24, Hammer, M. m. W. 1917, Nr. 10, Wachtel, M. m. W. 1918, Nr. 2). Auf diese Weise erhalten wir bereits wichtige Aufschlüsse über die Lage des Geschosses. Es ist allerdings nur ein Augenblickseindruck, der uns vermittelt wird. Wir sind bei Verzicht auf weitere Hilfsmittel im Gegensatz zum Plattenverfahren gezwungen, ihn gedächtnismäßig für die Operation festzuhalten. Anlaß zu Täuschungen kann ferner sowohl bei der Durchleuchtung wie bei der Aufnahme der Umstand geben, daß auf den Röntgenschirm oder auf die Platte nur ein Flächenbild projiziert wird und daß der räumliche (stereometrische) Eindruck fehlt.

Der Beseitigung dieser Mängel dient die Übertragung der gefundenen Ortsbestimmungspunkte auf die Haut. Man kann einfach vor dem Röntgenschirm an der Stelle, an der der Fremdkörper der Haut am nächsten liegt und sich am besten passiv verschieben läßt, eine Marke aufkleben. So erhält man den „Nahpunkt“. Besser wendet man die Levy-Dornsche Vierpunktmethode an. Dieser vorzüglichen, bereits 1897 auf dem Chirurgenkongreß veröffentlichten und neuerdings wieder von Marwedel (Borchard-Schmieden, Lehrb. d. Kr.-chir.) und von Drüner (D. milit.-ärztl. Zeitschr. 1918, Heft 7/8) empfohlenen Methode liegt der Gedanke zugrunde, daß zwei beliebige, aber in verschiedener Richtung einfallende Zentralstrahlen sich im Geschoßort kreuzen, und daß man diese Geraden an ihren Ein- und Austrittsstellen auf der Haut markiert. Man erhält demnach bei zwei sich im Fremdkörperort kreuzenden Linien, bei jeder Linie einen Ein- und Austrittspunkt, im ganzen also 4 Punkte. Diese kann man durch Aufkleben von Marken oder durch Aufzeichnen von Hautpunkten mittels eines bis an die Spitze in einer metallenen Hülse liegenden Farbstiftes oder in bequemerer Weise durch eigens dazu konstruierte Instrumente auf die Haut fixieren.

Rosenthal gab 1908 für diesen Zweck im Zentr.-Bl. f. Chir. 1908, Nr. 18 ein Punktograph genanntes Instrument an, das aus zwei auf einem Stabe gleitenden Ringen besteht, die bei der Durchleuchtung auf den Körper in der Weise aufgesetzt werden, daß der Fremdkörper durch diese Ringe hindurchgesehen wird. Ein Druck auf einen Punkt des Punktographen läßt einen Farbstift hervortreten, der das Zentrum des Ringes auf der Haut markiert. Eine reifere technische Auswertung dieses Gedankens stellt der neuere von Amrhein konstruierte „Sucher“ dar. An einem 50 cm langen Stab ist eine flache, runde Bleiplatte von 3 cm Durchmesser an dem einen Ende befestigt. Ihre Mitte weist ein kreisrundes Loch von 1,2 cm Durchmesser auf. Mittels einer an dem anderen Ende des Stabes am Handgriff angebrachten Druckvorrichtung kann man automatisch im Zentrum dieses Loches einen Farbstift vorschnellen lassen. Über der Platte befindet sich zum Schutz des Farbstiftes eine gleichfalls durchlochte Metallkappe. Indem man nun vor dem Röntgenschirm zuerst auf der ihm zugekehrten, dann auf der der Röhre zugekehrten Seite die Platte auf die Haut setzt und das Loch mit dem Geschoß zur Deckung bringt, macht man mittels des Farbstiftes, sobald diese Deckung erreicht ist, einen Punkt auf die Haut. So erhält man die zwei Hauptpunkte der ersten Durchleuchtung. Dasselbe wiederholt man bei einer zweiten Durchleuchtungsrichtung.

Man kann nun weiter die vier aufgezeichneten, in einer Höhe liegenden Hautpunkte auf Papier übertragen. Dazu benutzt man biegsamen Draht (Holzknecht) oder zwei Bleistreifen, die mit einem Scharniergelenk miteinander verbunden sind (Rehn). Sie werden in der Ebene der Hautpunkte sorgfältig den Konturen des Gliedes angebogen und die Hautpunkte werden auf ihnen angemerkt. Darauf nimmt man sie ab, legt sie, ohne sie zu verbiegen, auf ein

Blatt Papier, zeichnet am Innenrand die Konturen des Gliedes ab und überträgt gleichfalls die vier Punkte. Verbindet man nunmehr die entsprechenden Punkte durch zwei Geraden miteinander, so liegt im Schnittpunkt der Fremdkörper. Auf der entstandenen Zeichnung läßt sich ohne weiteres mit Sicherheit aus der Lage des Schnittpunktes der beiden Geraden ersehen, welcher Körperfläche das Geschoß am nächsten liegt. Seine genauen Entfernungen von den verschiedenen Hautpunkten kann man mit dem Maßstab abmessen. Gleichzeitig gewinnen wir ein stereometrisches und — durch den Vergleich von Zeichnung und Körperteil — ein anatomisches Bild von der Lage des Fremdkörpers. So ergibt die Zeichnung im Verein mit der vorangegangenen systematischen Durchleuchtung eine genügende Unterlage für die Operation. Statt des Drahtes oder der Bleistangen kann man auch mittels des Tasterzirkels die gewonnenen Punkte von der Haut auf das Papier übertragen, eine Methode, die ich wegen ihrer größeren Genauigkeit vorziehe. Es ist eigentlich merkwürdig, warum trotz ihrer unleugbaren Vorzüge die Fremdkörperlagebestimmung mittels Durchleuchtung, die besonders in dieser verfeinerten Art Hervorragendes leistet und von jedem bei einfacher Röntgeneinrichtung ohne weiteres ausgeübt werden kann, im Vergleich zu den mechanisch-arbeitenden, mathematischen Aufnahmen-Methoden so wenig Eingang gefunden hat. War es die Angst vor Schädigungen durch die Röntgenstrahlen, die Unkenntnis ihrer Leistungsfähigkeit, das Fehlen eines schnell und sicher arbeitenden Fixierungsinstrumentes oder die mangelnde Unterlage für die Operation, die sie gegenüber den Plattenverfahren in den Hintergrund gedrängt hat? Ich glaube, daß der letztere Umstand die meisten Operateure zu Anhängern der Plattenverfahren gemacht hat, weil die jederzeit sichtbare Platte bei der oft so schwierigen Fremdkörperoperation eine angenehme, wenn auch meist unzuverlässige Stütze bot.

Damit kommen wir zur **Fremdkörper-Operation.** Sie ist nicht so restlos gelöst wie die Fremdkörperbestimmung. Man muß wohl auseinanderhalten, daß ein Geschoß, dessen Lage auf irgendeine Weise genau bestimmt ist, damit noch lange nicht gefunden ist. Schwierigkeiten verschiedener Art tauchen bei der Operation auf. Die Undurchdringlichkeit oder Unverletzlichkeit gewisser Organe, die Blutung, die Verschiebung des Fremdkörpers durch Bewegung oder Änderung der elastischen Spannung des Gewebes beim Einschnitt sind Steine auf dem Wege zum Fremdkörper, die oft das ganze Unternehmen gefährden und das Finden eines Steckgeschosses sehr erschweren können. Diese Schwierigkeiten haben Veranlassung zur Schaffung von Hilfsmitteln gegeben, mit denen man während der Operation die vorher bestimmte Lage des Fremdkörpers dauernd nachkontrollieren kann, die demnach als unmittelbare Wegweiser zum Fremdkörper dienen. Ich lege diesen Hilfsmitteln einen erheblichen Wert bei und halte alle Verfahren, die sie besitzen, denen, die sie entbehren, für überlegen. Ich unterscheide demnach reine Lokalisationsverfahren und solche mit Operationshilfen. Als Beispiele, welche Art diese Wegweiser sein können, seien genannt das Einführen einer Nadel auf den Fremdkörper vor dem Röntgenschirm, wie sie Stechow, Perthes, Hammesfahr (Fortschr. d. Röntgenstr. 1916, Bd. XXIII, Heft 5) oder Weskis Harpunierung des nach Fürstenau lokalisierten Geschosses oder die Nadelkissenmethode von Hartert, der von dem mit zahlreichen, verschiedenartigen Nadeln gespickten Fremdkörpergebiet eine stereoskopische Aufnahme macht und an der so ermittelten, dem Fremdkörper nächstgelegenen Nadel entlang operiert. Alle diese Methoden haben ihre Grenzen. Der Knochen läßt sich nicht durchbohren, Bauch- und Brusthöhle, Gehirn und gefäßreiche Gegenden scheiden aus. Bevor wir weiter auf diesen Punkt eingehen, sei nach dem eben erwähnten Einteilungsprinzip eine Übersicht über die neueren, gebräuchlicheren Methoden gegeben, die allerdings bei der Unzahl der vorhandenen keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen kann.

A. Reine Lokalisationsverfahren.

I. Einfache Schirmdurchleuchtung: Beobachtung aller anatomischen und funktionellen Verhältnisse nach Perthes, Grashey, Hammer. Blendenrandmethode nach Holzknecht (Jahreskurse f. ärztl. Fortbildung August 1916 u. M. m. W. 1916, Nr. 14).



II. Doppelbildaufnahme auf zwei Platten nach Chr. Müller (M. m. W. 1909, Nr. 32 u. 1915, Nr. 44) und v. Hofmeister (Ringmethode D. m. W. 1918, Nr. 11). — Auf einer Platte mit Verschiebung der Röhre nach Makenzie-Davidson, Fürstenau (M. m. W., Nr. 7 u. 42), Perthes, mit Drahtgitter nach Meisel, mit Quadratfelderrahmen und Parallellineal nach Wagener (Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1916, Bd. XXIII), Schwebemarkenlokalisator nach Wachtel (Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1916, Bd. XXIII, Heft 5), Schillings geometr. Methode (Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, Bd. XXV, Heft 1), Kehrers Beckenmeßmethode.

III. Stereoskopie mit Ausmessung nach Drüner (Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1915, Bd. IX u. X), Trendelenburg (Zeitschr. f. ärztl. Fortb. 1916, Nr. 3 u. Wiener klin. W. 1915, Nr. 51), Hasselwander (M. m. W. 1915 Nr. 44, 1916 Nr. 21, 1917 Nr. 21 u. 22).

B. Lokalisationsverfahren mit Operationshilfen.

I. Schirmdurchleuchtung mit Einführung einer Nadel (Stechow, Perthes, Holzknecht, Drüner, Hammesfahr) mit Einspritzung von Farblösung nach Salomon, Foramitti und Lilienfeld, mit Klingelapparat oder Leuchtbirne nach Bosse (D. m. W. 1917, Nr. 27), Cohen, Joedike, Holzknecht und Wachtel (M. m. W. 1915, Nr. 37), Amrheins Lokalisator mit Richtungsanzeiger.

II. Doppelbildaufnahmen mit Einführung einer Nadel nach Schulze-Berge (M. Kl. 1917 Nr. 35), Harpunierung nach Holzknecht (M. m. W. 1916, Nr. 7), nach Weski (M. m. W. 1916, Nr. 46), Moritz' orthodiagraphische Bestimmung mit Anwendung von Gillets Dreiebenensonde (M. m. W. 1917, Nr. 44).

III. Stereoskopie mit Harterts Nadelkissenmethode (M. m. W. 1914, Nr. 52).

C. Operation im Röntgenlicht, nach Perthes, Grünfeld, Grashey, von Eiselsberg, Holzknecht, Klaar-Wachtel (D. m. W. 1917, Nr. 25) und Drüner (D. m. W. 1915, Nr. 51, 1918, Nr. 11 und D. mil.-ärztl. Zeitschr. 1918, Heft 7/8). Franz. Methode mit zwei Röntgenröhren. (Näheres über Lokalisationsmethoden in Albers-Schönberg „Die Röntgentechnik“, 5. Auflage 1919. Verlag von Lucas Gräfe & Sillem, Hamburg.)

Am Schlusse ist gewissermaßen als Höhepunkt des zu Erstrebenden die Operation im Röntgenlicht genannt. Leider ist die Röntgenoperation noch an gewisse technische Einrichtungen gebunden, die sie in der Heimat zunächst nur für größere Krankenhäuser, im Felde nur für wenige Kriegslazarette brauchbar machen. Für die Feldlazarette vollends mit ihren fahr- und tragbaren, auf kleinen Raum beschränkten Röntgeneinrichtungen scheidet sie ganz aus. Auch erfordert sie, da man einäugig oder im Rotlicht operieren muß, ein großes Maß von chirurgisch-technischer Geschicklichkeit und Übung im einäugigen Sehen. Solange aus diesen Gründen die Operation im Röntgenlicht noch nicht allgemein einführbar ist, sind wir auf die bisher geübten Verfahren, nämlich vorherige Lagebestimmung und nachfolgende Operation des Fremdkörpers angewiesen.

Wie bereits erwähnt, hat sich bei der Operation eine Operationshilfe als sehr zweckmäßig zur schnellen Findung des Fremdkörpers herausgestellt. An Körperteilen, die das Einstechen von Nadeln gestatten, ist die bequemste Operationshandhabe das Einführen einer oder zweier winklig zueinander stehender Nadeln auf das Steckgeschoß. Ich pflege das nach vorangegangener Vierpunktbestimmung von den beiden dem Fremdkörper nächstgelegenen Punkten aus zu machen und kontrolliere dann nochmals die richtige Lage der Nadeln vor dem Röntgenschirm. Aber Wegweiser, die mit Verletzung des Gewebes verbunden sind, sind nicht überall anwendbar. Dieser Umstand veranlaßte die Schaffung von Operationshilfsmitteln, die ohne Gewebsverletzung eine Stütze zur Findung des Steckgeschosses boten. Es sind dies kleine Apparate wie die Stellsonde von Schwarz, das Visierröhrchen von Holzknecht und der Richtungsapparat von Neumann (M. m. W. 1915, Nr. 48), die neben dem Operationsfeld stehend auf den Ort des Fremdkörpers hinweisen und ein Abweichen vom Wege verhindern sollen. Auch die Dreiebenensonde von Gillet (Fortschr. d. Röntgenstrahlen 1906, Bd. X, Heft 2

und Gocht, D. m. W. 1916, Nr. 8), die aus einem in den drei Dimensionen des Raumes nach den errechneten Entfernungen zu biegenden Draht besteht, ist ein solches Instrument. Der Richtungsanzeiger des neuen Amrheinschen Lokalisators stellt eine wesentliche Verbesserung dieser Art Hilfsmittel dar. An einem 30 cm langen, gut bleistiftdicken, eisernen Querstab *a* (Fig. 1) ist rechtwinklig ein 6 cm langer, dünnerer Stift *b* unbeweglich befestigt. Außerdem trägt der Querstab einen ebensolchen verschieb- und durch eine Schraube feststellbaren Stift *c* und ein verschieb- und feststellbares besonderes Ansatzstück *d*. Dieses hat einen nach Belieben verstellbaren Zeiger, der wieder mit einer kleinen Schraube festgestellt und durch einen zweiten Zeiger über seine Spitze hinaus verlängert werden kann. Ein drittes am Ende des Querstabes anzubringendes Ansatzstück *e* wird nur für besondere Fälle benötigt. Alle Teile des Richtungsanzeigers sind aus Metall und sterilisierbar. Er wird in bestimmter Weise an der Hand der gewonnenen Skizze eingestellt, nach der richtigen Einstellung ausgekocht und bei der Operation **unmittelbar auf die Haut** aufgesetzt. Der ganze Apparat ist in einem handlichen Kasten untergebracht und kann mit Leichtigkeit transportiert werden.[1])

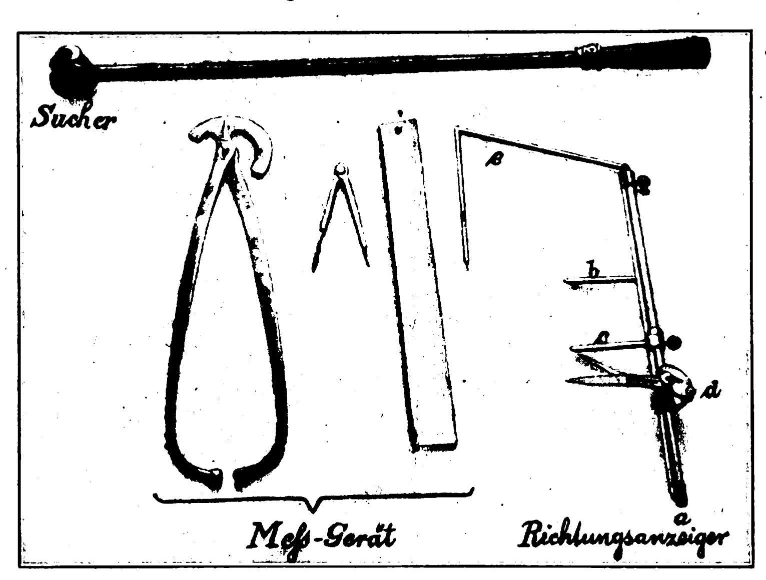
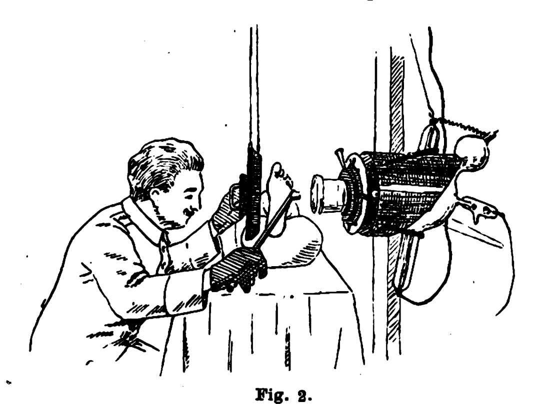


Fig. 1.

Die praktische Ausführung einer Fremdkörperbestimmung und -operation vollzieht sich folgendermaßen:

I. Teil: **Lagebestimmung des Fremdkörpers.** Der Untersucher schützt sich durch Schutzschürze und Handschuhe. Der Bestimmung geht eine allgemeine orientierende Durchleuchtung voraus, bei der alle den Sitz des Fremdkörpers kennzeichnenden Punkte scharf ins Auge gefaßt werden. Dabei


Fig. 2.

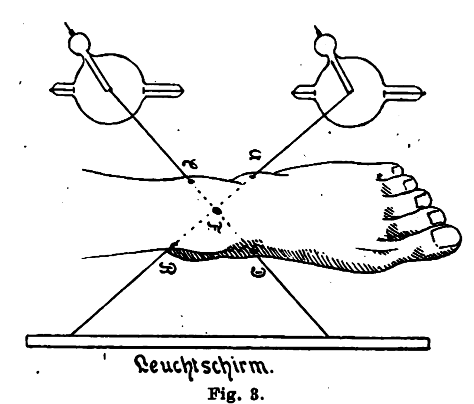


Fig. 3.

gewinnt man u. a. auch schon eine Vorstellung davon, von welchem Punkte aus der Fremdkörper am leichtesten erreichbar ist. In diese Richtung pflege ich das erste Punktpaar zu legen. Es wird nunmehr die Haut des Fremdkörpergebietes mit Tetrachlorkohlenstoff gereinigt und mit 15% Höllensteinlösung angepinselt. Darauf wird der Farbstift des Suchers mit 10% Pyrogallolsäurelösung angefeuchtet. Nach Wiedereinschaltung der Röhre wird das Loch des Suchers zuerst an der Schirm-, dann an der Röhren-

[1]) Der Amrheinsche Lokalisator wird bei den Veifa-Werken in Frankfurt a. M. hergestellt.

seite des Körpergliedes mit dem Geschoß zur Deckung gebracht und durch Druck auf den Knopf am Handgriff der Farbstift betätigt. Die Röhre wird ausgeschaltet. Rotlicht. Die beiden Punkte werden mit dem Hautstift als A und B bezeichnet. Der Körperteil wird vor der Röhre um die Längsachse etwas gedreht, die Röhre wird wieder eingeschaltet und ein zweites Punktpaar auf dieselbe Weise auf die Haut aufgezeichnet. Diese Punkte werden C und D genannt.

Figur 2 zeigt die Anwendung des Suchers, Fig. 3 den Strahlengang bei einer Fußdurchleuchtung.

Natürlich kann statt der Verschiebung des Patienten auch eine Verschiebung der Röhre vorgenommen werden. Eine Vorbedingung zur Erzielung guter Resultate ist die gute Zentrierung der Röhre im Blendenkästchen, d. h. der Zentralstrahl muß durch die Mitte der Blendenöffnung gehen. Ferner ist bei der Einstellung darauf zu achten, daß man bequem mit dem Sucher einerseits zwischen Schirm und Körperteil, andererseits zwischen Röhre und Körperteil gelangen kann. Praktisch ist es, eine zur Längsachse des betreffenden Gliedes senkrechte Richtung des Zentralstrahles bei den zwei Durchleuchtungen zu erzielen zu suchen. Die vier Punkte kommen dann in eine Höhe. Ist das aber nicht möglich, indem die anatomische Beschaffenheit des Körperteils nur eine schräge Durchleuchtungsrichtung zuläßt, so muß man, wie später näher erklärt werden wird, beim Richtungsanzeiger das Endansatzstück *e* zu Hilfe nehmen. Sehr wichtig ist, daß sich der Patient während der Fixierung zweier zueinandergehöriger Punkte nicht bewegt und daß man die Durchleuchtungen in derselben Haltung des Körperteils vornimmt, die man diesen auch bei der Operation einnehmen zu lassen gedenkt. Ein Bestimmen des Fremdkörpers, z. B. bei gebeugtem Knie und ein Operieren bei gestrecktem Knie muß infolge der eingetretenen Verschiebung zu einem Mißerfolg führen! Die auf der Haut entstandenen schwarzen Punkte (chemische Verbindungen von Höllenstein mit Pyrogallolsäure) sind unauslöschbar und auch nach der Jod- oder Taninalkoholdesinfektion noch sichtbar. Statt Höllenstein-Pyrogallol kann man einfacher den Farbstift mit Karbolfuchsin anfeuchten. Auch diese Punkte sind unverlöschbar.

II. Teil: Anfertigen der Skizze: Nach den am Körper fixierten vier Punkten wird mittels des dem Amrheinschen Apparat beigegebenen Meßgeräts oder nach dem geschilderten Verfahren durch Draht oder Bleistreifen eine Skizze angefertigt. Man nimmt die Entfernung $A—B$ in die Öffnung des Tasterzirkels und liest auf der Maßeinteilung die Entfernung in Zentimetern ab. Diese Strecke zeichnet

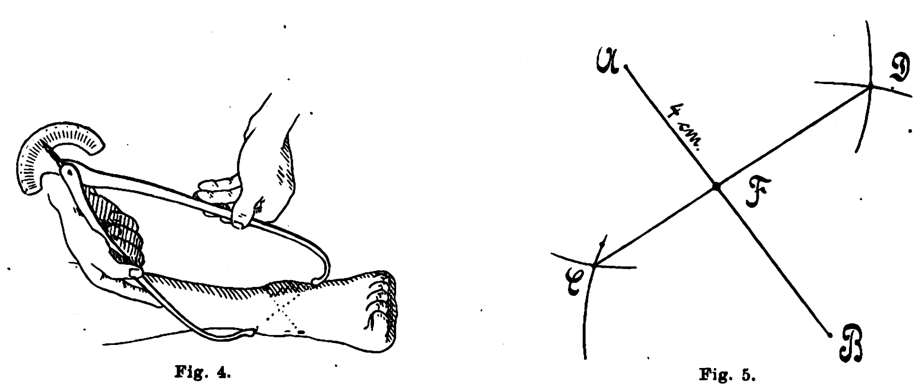


Fig. 4. Fig. 5.

man mit dem gleichfalls graduierten Lineal auf ein Blatt Papier auf, indem man die Endpunkte A und B nennt. Den Punkt C findet man für die Skizze so, daß man zuerst die Entfernung $A - C$ am Körper mit dem Tasterzirkel oder bei kleineren Entfernungen direkt mit dem kleinen gewöhnlichen Zirkel abmißt und mit ihr um A einen Kreis schlägt. In gleicher Weise schlägt man um B mit der vom Körper entnommenen Entfernung $B - C$ einen Kreis Der Schnittpunkt beider Kreise ist C. Den Punkt D findet man, indem man mit der durch den Zirkel entnommenen Entfernung $A—D$ um A und mit $B—D$ um B Kreise schlägt. Im Schnittpunkt liegt D. C und D verbindet man durch eine gerade Linie miteinander. Sie kreuzt die Gerade A B im Punkte F, dem Ort des Fremdkörpers. Seine Entfernungen von den Punkten A, B, C und D kann man nun einfach mit dem Maßlineal abmessen und die Maße an die betreffenden Strecken in die Skizze eintragen. Diese Entfernungen entsprechen genau den natürlichen Verhältnissen Die Art der Anwendung des Tasterzirkels zeigt Figur 4, die entstandene Skizze Figur 5. Diese Messungen erscheinen auf den ersten Blick kompliziert, sind es aber in Wirklichkeit, da es sich um die einfachsten geometrischen Dinge handelt, nicht.

III. Teil: Einstellung des Richtungsanzeigers: Es folgt nun die Einstellung des Richtungsanzeigers an der Hand der Skizze. Man setzt den festen Stift *b* des Richtungsanzeigers mit der Spitze auf den Punkt auf, von dem aus man beabsichtigt, den Geschoßsplitter zu entfernen; auf unserer Skizze ist es Punkt *A*. Alsdann verschiebt man den losen Stift *c* derart, daß seine Spitze auf einen anderen der gefundenen Punkte zu liegen kommt — nehmen wir Punkt *D* an — und schraubt den Stift fest. Dann schiebt man das Zeigeransatzstück *d* heran und stellt, indem man die beiden Stifte fest auf ihren Fixpunkten *A* und *D* liegen läßt und das ganze Instrument neigt, den Zeiger in die Fremdkörperrichtung, in unserem Falle in die Richtung *A B*. In dieser Stellung wird das Ansatzstück und der Zeiger durch die kleine Schraube festgestellt. Der Zeiger steht natürlich jetzt schräg zu den beiden parallel laufenden Stiften. Der Richtungsanzeiger wird so eingestellt zur Operation ausgekocht. Der ganze Vorgang der Lagebestimmung des Fremdkörpers vor dem Röntgenschirm, der Anfertigung der Skizze und der Einstellung des Richtungsanzeigers nimmt bei einiger Übung kaum fünf Minuten in Anspruch.

IV. Teil: Die Fremdkörperentfernung: Die Operation schließt sich am besten unmittelbar an die Lagebestimmung an Das Operationsgebiet wird statt mit zehnprozentiger mit fünfprozentiger Jodtinktur oder besser mit zehnprozentiger alkoholischer Taninlösung (Wederhake, M. m. W. 1917, Nr. 48) desinfiziert, die ebenso wirksam ist wie Jodtinktur, die markierten Punkte aber nicht zum Verschwinden bringt. Die aufgeschriebenen Buchstaben verschwinden, wenn man Pyrogallol- oder Karbolfuchsin angewendet hat, gleichfalls nicht. Es ist auch leicht zu behalten, welches der Punkt *A* und welches der Punkt *D* war. Wenn nötig, ist einer dieser Punkte durch ein kleines Kreuz mit Pyrogallol- oder Karbolfuchsinlösung besonders hervorzuheben. Vom Punkt *A* aus soll der Fremdkörper entfernt werden. Der Richtungsanzeiger wird mit seinen beiden Stiften auf die beiden Punkte *A* und *D* entsprechend seiner Einstellung nach der Skizze — also mit dem festen Stift auf den Punkt *A* — senkrecht auf die Haut aufgesetzt. Der Zeiger zeigt dann die Richtung an, in der der Fremdkörper liegt. Seine Entfernung von dem Punkt *A* (oder auch *D*) ist gleichfalls aus den Messungen an der Skizze bekannt. Der Schnitt wird am besten nicht durch die Punkte selbst, sondern etwas daneben gelegt, damit das Aufsetzen des Richtungsanzeigers nicht unnötig erschwert wird. Der Körperteil liegt dabei möglichst in derselben Haltung wie bei der Lagebestimmung vor dem Röntgenschirm, natürlich so, daß die beiden, wenn nötig durch Pinzettenzug während der Operation wieder in ihre ursprüngliche Lage gebrachten Punkte, auf die der Richtungsanzeiger eingestellt wird, sichtbar bleiben. Anatomisch unter Schonung aller wichtiger Gebilde, aber immer die allgemeine Richtung zum Fremdkörper durch wiederholtes Aufsetzen des Richtungsanzeigers kontrollierend, präpariert man in die Tiefe, bis man auf den Fremdkörper kommt. Mit einer graduierten Sonde kann man die Tiefe, in die man hineingelangt ist, abmessen und mit der errechneten Entfernung vergleichen. Bei sehr tiefliegenden Fremdkörpern kann man den Zeiger, um die Richtung zu behalten, weiter in die Wundhöhle verlängern. Es ist zu beachten, daß die Stifte des Richtungsanzeigers immer senkrecht und nicht geneigt zur Hautoberfläche stehen. Wünscht man den Schnitt nicht von der Seite aus, sondern senkrecht zum Operationstisch auszuführen, so ist der Körperteil so lange zu drehen, bis bei aufgesetztem Richtungsanzeiger der als Lot dienende Zeiger mit der Fremdkörperlinie *A B* eine zum Operationstisch lotrecht stehende Gerade bildet. Das Geschoß liegt dann senkrecht unter dem Punkt *A*. Figur 6 zeigt die Anwendung des Richtungsanzeigers bei der Operation.



Fig. 6.

Voraussetzung für den bisher geschilderten Gebrauch des Richtungsanzeigers war die senkrechte Richtung des Zentralstrahles zur Längsachse des Körperteils. Die Punkte kamen in eine Höhe zu liegen. Wir bestimmten gewissermaßen eine Ebene, in der im Kreuzungspunkt der beiden Graden der Fremdkörper lag. Die dritte Dimension des Raumes schied aus der Rechnung aus. Nun ist aber nicht immer möglich, den Zentralstrahl senkrecht auffallen zu lassen. Die anatomische Beschaffenheit eines Körperteils zwingt manchmal dazu, eine zur Längsachse des Körperteils schräge Durchleuchtungsrichtung zu wählen. Die Strahlenrichtung ist jetzt nicht mehr die senkrechte Linie *A B*, sondern die schräge Linie $A\ B_1$ (Figur 7). Dann liegen die vier Punkte nicht mehr ganz in einer Höhe. Der Richtungsanzeiger würde bei senkrechtem Aufsetzen am Fremdkörper vorbeizeigen. Das zu verhindern und dem Rich-

tungsanzeiger für diesen Fall die richtige Schräghaltung zu geben, dient das am Ende des Querstabes anzusetzende Ansatzstück *e* (Figur 1). Es besteht aus 3 Teilen, einer kleineren anschraubbaren Aufsatzkappe und zwei mit dieser und miteinander durch schwer bewegliche Scharniergelenke verbundenen, dünnen Eisenstäben. Diese lassen sich in der Ebene des Querstabes bewegen. Es werden nach erfolgter Schrägdurchleuchtung die beiden betreffenden Punkte mittels des biegsamen Lineals am Körper durch einen Pyrogallusstrich miteinander verbunden (gestrichelte Linie AB_1 in Fignr 7). Die Skizze wird genau in der früher geschilderten Weise angefertigt und der Richtungsanzeiger danach eingestellt. Bei der Operation werden die Stifte ebenfalls auf die beiden bequemst gelegenen Fixpunkte eingestellt; dann aber wird der Endschenkel des Ansatzstückes *e* auf den gezogenen Pyrogallus- oder Karbolfuchsinstrich (AB_1 in Figur 7) gelegt und der ganze Richtungsanzeiger legt sich damit schräg zur Hautoberfläche, indem der Zeiger entsprechend dem Strahlengang genau auf den Fremdkörper zeigt.

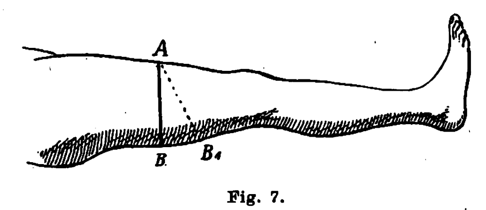


Fig. 7.

Das Endansatzstück *e* kann noch für einen zweiten Zweck benutzt werden. Für das Aufsetzen des Richtungsanzeigers muß man zwei Fixpunkte — in unserem Falle *A* und *D* — haben. Ist aber in der Gegend eines dieser beiden Punkte eine Wundhöhle entstanden, so wird das Aufsetzen des Richtungsanzeigers schwierig. Man kann sich dann einfach an irgendeiner anderen Hautstelle außerhalb des Operationsgebietes — natürlich in der richtigen Haltung des Richtungsanzeigers — einen neuen Fixpunkt markieren und auf diesen das Ende des Endschenkels aufsetzen. Der Richtungsanzeiger ist nunmehr durch einen Stift- und diesen neuen Punkt in der richtigen Haltung fixiert.

Mit dem bisher geschilderten Verfahren kommt man in der Regel aus. Einige Feinheiten zur weiteren Verbesserung der neuen Durchleuchtungsmethode sind daher nicht notwendig, können aber die Sicherheit und Bequemlichkeit der Lagebestimmung in gegebenen Fällen noch erhöhen. Um die Lage des Fremdkörpers noch anschaulicher zu machen, kann man bestimmte anatomische Punkte (Knochenvorsprünge, Gelenkfalten, Nabel, Brustwarzen, Ein- und Ausschuß), soweit sie es nicht von selbst schon sind, durch Marken kennzeichnen und sie vor dem Röntgenschirm mit einem zweiten dem Apparat beigegebenen Farbstift in anderer Farbe mit dem Sucher automatisch auf den Körper aufzeichnen. Oder man kann sich etwas außerhalb des Fremdkörpergebietes an einem Glied mit einem Draht oder Metallpfeil die anatomisch günstigste Eingangspforte z. B. die seitliche Furche (Sulcus lat.) am Oberarm anmerken und den ersten Punkt in diese Furche legen. Dadurch gewinnt der Operateur im Gegensatz zu den geometrischen Plattenmethoden auch die Freiheit, den Weg selbst zu wählen, auf dem er auf den Fremdkörper eingehen will. Ist es durch systematische Durchleuchtung und Beobachtung der funktionellen Momente noch nicht genügend geklärt, welchem Organ der Fremdkörper angehört, ob er z. B. in der Brustwand, in der Brustfellhöhle oder in der Lunge liegt, so helfen vielleicht die Weskischen Querschnittsbilder (D. mil.-ärztl. Zeitschr. 1916, Heft 3/4) einen Schritt weiter. Eine Annehmlichkeit, keineswegs eine Notwendigkeit ist bei Bestimmungen am Rumpf die Anwendung einer Einrichtung für Untertischbeleuchtung (Trochoskop).

An der behaarten Kopfhaut ist selbstverständlich vor Anlegung der Punkte kurzer Haarschnitt erforderlich. Bei sehr kleinen Fremdkörpern und schwer durchgängigen Organen (Leber, Schädel, Hüftgelenk) ist enge Blende und gute Adaption nötig. Auch die Verwendung einer Rosenthalschen Präzisionsröhre (D. m. W. 1918, Nr. 7 und M. m. W. 1918, Nr. 14) erleichtert den Nachweis kleinster Geschoßsplitter mittels Durchleuchtung.

Ausschlaggebend für den Wert einer Fremdkörperbestimmungs- und -operationsmethode ist ihre praktische Leistungsfähigkeit. Die Durchleuchtung mit Anwendung der Vierpunktmethode und des Amrheinschen Lokalisators hat sich bei mir seit einem Jahre in über-

aus zahlreichen Fällen, wie sie das Feldlazarett täglich bringt, durchaus bewährt. Abgesehen von einigen sehr kleinen Splittern, die auf dem Schirm nicht sicher zu erkennen waren, in denen ich für die genaue Diagnose eine gewöhnliche stereoskopische Aufnahme zu Hilfe nahm, und gelegentlichem Nachfühlen mit dem Finger bei der Operation, habe ich alle Fremdkörper schnell und sicher gefunden. Dazu gehörten auch schwierige Fälle wie ein halblinsengroßer Splitter im Fußgelenk, zwei in der Gegend der austretenden Nervenstämme, dicht neben der Wirbelsäule, 12 cm tief in der Rückenmuskulatur liegende Granatsplitter, und ein unter dem Jochbogen liegender kleiner, Nervenschmerzen verursachender Handgranatsplitter

Natürlich gibt es auch Fälle, bei denen die Plattenaufnahme nicht zu umgehen ist, so z. B. bei Splittern unter 1—2 mm Durchmesser, bei feineren Knochenstrukturveränderungen (bei Knochensteckschüssen!), bei kleinen Sequestern, Fistelfüllungen, Glas- und Holzsplittern. Sie lassen sich aber bei Anwendung enger Blende, richtiger Röhrenhärte, guter Adaption, eines feinkörnigen, gut fluoreszierenden Röntgenschirmes und einer Rosenthalschen Präzisionsröhre auf ein Minimum beschränken. In Fällen, in denen wirklich die Durchleuchtung nicht ausreicht, pflege ich eine gewöhnliche stereoskopische Aufnahme zur Sicherung des Ergebnisses zu machen. Sie ist immer für die Lokalisation von Fremdkörpern der früher üblichen Doppelaufnahme aus zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen überlegen. Schwierig ist es mitunter bei der Vierpunktmethode, zwei sich kreuzende Richtungen herauszubringen. Allerdings gelingt es bei mehrfachen Drehungen fast immer. Die Genauigkeit der Bestimmung schadet ja nichts, wenn sich die beiden Durchleuchtungsrichtungen spitzwinklig schneiden. Mit allen Methoden, ausgenommen die Operation im Röntgenlicht, teilt die Durchleuchtungslokalisation den Nachteil, daß durch Veränderung der elastischen Spannung des Gewebes beim Einschnitt sich die Lage des Fremdkörpers gegenüber der vor der Operation ausgeführten Lokalisation etwas verschiebt. Praktisch spielt diese Verschiebung keine große Rolle. Eine „Wanderung" kommt bei der unmittelbaren Aufeinanderfolge von Lagebestimmung und Operation, wie sie die bequeme Durchleuchtungsmethode ermöglicht, nicht in Frage. Ein weiterer Nachteil aller Fremdkörperbestimmungsverfahren ist der, daß die Messungen und Zeichnungen nur annähernd auf das Organ schließen lassen, in dem das Geschoß liegt. Je anschaulicher allerdings ein Verfahren die anatomischen Verhältnisse des Körpers erschließt, desto sicherer sind auch die Schlüsse, die man hinsichtlich der Organbestimmung machen kann. Und darin ist die Durchleuchtung sicher anderen Methoden — abgesehen von den stereoskopischen Bildern, deren plastisch-anatomische Wirkung unübertrefflich ist — schon des lebendigen persönlichen Eindrucks wegen überlegen. **Die Fremdkörperlagebestimmung mittels Durchleuchtung unter Anwendung der Vierpunktmethode und des Amrheinschen Suchers und die Fremdkörperoperation mit Zuhilfenahme von eingestochenen Nadeln und das Amrheinschen Richtungsanzeigers ist, um ihre Hauptvorzüge noch einmal kurz zusammenzufassen, ein theoretisch gut durchdachtes leicht und bei einfachster Röntgeneinrichtung ausführbares Verfahren. Es verbindet anatomische Anschaulichkeit mit einem zweckmäßigen Operationshilfsmittel und spart Zeit und Material. Es eignet sich vorzüglich für Feldzwecke und für Chirurgen, die Wert darauf legen, Fremdkörperbestimmungen selbst auszuführen.**



„Der Sieg der Röntgenstrahlen über den Brustkrebs."

Von

Dr. med. **Gustav Loose** in Bremen.

In der M. M. W. 1917, Nr. 6 und 1918, Nr. 7 veröffentlichte ich unter derselben Überschrift zwei Arbeiten. In der ersten wies ich darauf hin, daß nach Radikaloperationen des Brustkrebses die Röntgennachbehandlung berufen sei, in sicherer Weise Rezidive und Metastasen zu vermeiden. In der zweiten vertrat ich die Ansicht, daß wir heute bereits über eine so wirksame Röntgenstrahlung verfügen, daß es sich empfiehlt, überhaupt von der Radikaloperation abzusehen und die Heilung dieses Leidens dem Röntgenlichte allein oder ihm in Verbindung mit einem möglichst konservativen chirurgischen Eingriff zu überlassen. Der Übersichtlichkeit halber teilte ich mein Material ein in folgende 4 Gruppen:

1. Fälle, die einmalig radikal operiert und im Anschluß an die erste Operation programmmäßig von mir nachbestrahlt worden sind.
2. Fälle von leichteren Rezidiven und Lymphdrüsenmetastasen trotz ein- oder mehrmaliger Operationen, jedoch ohne Nachbestrahlung.
3. Fälle wie 2, jedoch mit schweren, ausgedehnten Rezidiven und Metastasen.
4. Fälle, die erstmalig in meine Behandlung traten, d. h. weder operiert noch bestrahlt waren.

Es sind inzwischen eine ganze Anzahl neuer Fälle hinzugekommen, nnd zwar in allen Gruppen, besonders in Gruppe 4, so daß die Gesamtzahl auf 121 gestiegen ist.

Gruppe 1:

Wenn ich in meiner ersten Arbeit gesagt habe, daß es durch die Röntgennachbehandlung gelingt, in so gut wie 100% Dauerheilungen zu erzielen, so hat die weitere Erfahrung gelehrt, daß diese Behauptung nicht zu weit geht, sondern durchaus zu Recht besteht. Es sind zwar mehrere Patientinnen an andern Krankheiten (Pneumonien, Arteriosklerose usw.) gestorben, irgendwelche Rezidive oder Metastasen sind mir jedoch nicht bekannt geworden, obgleich ich mir die größte Mühe gebe, mit allen in Verbindung zu bleiben. Auf zwei wichtige Punkte mache ich besonders aufmerksam. Einmal muß die Röntgenbehandlung möglichst bald nach der Operation, d. h. sobald die Wundheilung es zuläßt, begonnen werden; denn die Prognose wird sofort wesentlich schlechter, wenn mit der Nachbehandlung ein halbes Jahr oder länger gewartet wird. Auch unter meinem Material sind mehrere solcher Fälle, die trotz äußerer Rezidivfreiheit an inneren Metastasen zugrunde gegangen sind. Ferner ist darauf zu achten, möglichst bald die Narbe in Bewegung zu bringen, damit dieselbe ganz frei verschieblich und beschwerdelos wird. Denn große, mit der Brustwand verwachsene Narben behindern die Funktion des Armes und begünstigen die Bildung von Rezidiven. Besonders gilt dies für flächenhafte, von Transplantationen herrührende Narben.

Gruppe 2:

Leichtere Rezidive mit oder ohne Drüsenmetastasen bieten im großen und ganzen noch gute Heilungsaussichten. Es dürfte wohl nur eine Frage der Zeit sein, daß wir durch die Fortschritte der Technik auch diese Gruppe sicher beherrschen.

Gruppe 3:

Diese Gruppe umfaßt ein bedauernswertes Krankenmaterial, das so recht die Erfolglosigkeit der rein operativen Behandlung beleuchtet. Patientinnen, die fast alle eine lange Leidensgeschichte hinter sich haben und nun, schon vom Tode gezeichnet, ihre letzte Hoffnung auf die Röntgenstrahlen setzen. Die Prognose ist bei dem heutigen Stande der Technik noch außerordentlich ungünstig. Wenn ich trotzdem keinen dieser Fälle abweise, so bewegt mich



einmal hierzu der rein menschliche Standpunkt, vor allem aber auch die Erfahrung, daß es doch immerhin in einem gewissen, allerdings nicht sehr hohen Prozentsatz gelingt, glänzende Heilungsresultate zu erzielen und eine Anzahl Menschenleben, die bereits verloren schienen, dem Tode zu entreißen. Warum in dem einen Fall der Brustkrebs restlos vernichtet wird, in dem andern gar nicht oder nur vorübergehend reagiert, ist völlig ungeklärt, und wird es auch wohl bleiben, solange die Ätiologie des Krebses unbekannt ist. Bis dahin bleibt nichts weiter übrig, als unsere Verlegenheit mit der Annahme einer verschiedenen Radiosensibilität zu bemänteln. Als Beispiele einiger schöner Erfolge verweise ich auf die in meiner letzten Arbeit veröffentlichten Fälle.

Gruppe 4:

Im Gegensatz zu der vorigen bildet diese Gruppe den Glanzpunkt der Röntgenbehandlung. Ausscheiden aus ihr muß ich jene Fälle, die bereits inoperabel und in weit vorgeschrittenem Zustande waren; sie gehören praktisch in Gruppe 3. Die Schuld, daß solche Fälle überhaupt noch möglich sind, ist wohl hauptsächlich der Kurpfuscherei zuzuschreiben. In anderen Fällen lag neben der Angst vor dem Messer eine mir unverständliche, hochgradige Indolenz und Gleichgültigkeit gegen sich selbst vor. Auf meine Frage, warum nicht längst ein Arzt zu Rate gezogen sei, erhielt ich die typische Antwort: es tat nicht weh, und deshalb glaubte ich, es sei nichts von Bedeutung.

Von operablen Brusttumoren habe ich bisher 53 in Behandlung genommen. Ich rate stets von jeglicher Operation ab und setze mir als Ziel: 1. den Primärtumor allein durch Röntgenstrahlen restlos zu beseitigen oder möglichst zu verkleinern und 2. die Lymphwege der Nachbarschaft, sowie die regionären Lymphbahnen von Keimen oder Metastasen zu reinigen. Was nach dreimonatlicher Behandlung an Resten noch vorhanden ist, lasse ich herausnehmen, besonders aus dem Grunde, um durch mikroskopische Untersuchungen ein genaues Bild über die Art des Tumors zu erhalten und einen Einblick in den Modus der Röntgenwirkung zu gewinnen. Die mikroskopischen Diagnosen werden ohne Ausnahme von geübten, einwandfreien Pathologen gestellt. Auf diesem Wege bin ich zu praktisch wertvollen Resultaten gelangt.

Mein Material enthält alle Sorten und Abarten von gut- und bösartigen Brustgeschwülsten, die in Frage kommen, und zwar von den einfachen Zysten, Fibromen an über die Fibro-Adenome, reinen Adenome hinaus bis zum echten Karzinom in bunter Reihenfolge, mit und ohne Achseldrüsen. Die Größe schwankte von der der Erbse an bis über Faust- und Kindskopfgröße hinaus. Ein Teil der Tumoren schmolz schon durch die ersten Dosen derartig ein, daß sie nicht mehr palpabel waren, also auch nicht mehr herausgenommen werden konnten. Der Grad der Schrumpfung ist m. E. abhängig von dem Gehalt an bindegewebiger Gerüstsubstanz, in dem Sinne, daß je mehr diese vorhanden, desto geringer die Schrumpfung. In der weit überwiegenden Zahl der Fälle war der Rückgang ein so schöner, daß die Operation auf einen ganz kleinen, ambulant durchgeführten Eingriff beschränkt werden konnte, der völlig beschwerdefreie, oft kaum mehr sichtbare Narben von wenigen Zentimetern Länge hinterließ.

Die auf diesem Wege gewonnenen Erfahrungen ergeben nun zwei praktisch bedeutsame Erkenntnisse. Erstens scheinen wir in der Tat in den Röntgenstrahlen ein Mittel gefunden zu haben, das imstande ist, pathologisch wachsende Zellen so vollständig zu zerstören, daß auch mikroskopisch irgendwelche Reste oder Trümmer nicht mehr nachweisbar sind. Alle von den verschiedensten Pathologen, die auf die vorhergegangene Röntgenbehandlung besonders aufmerksam gemacht waren, einlaufenden Berichte enthielten ohne Ausnahme den Vermerk „Röntgenwirkung nicht erkennbar“ oder dergleichen trotz einwandfreier mehr oder minder großer Schrumpfung der Tumoren. Wenn wir nun heute noch nicht in der Lage sind, alle pathologischen Zellwachstumsformen zu vernichten, so liegt nach meiner Überzeugung der Grund einzig und allein darin, daß der heutige Stand der Technik uns noch nicht alle erforderlichen Wellenlängen zur Verfügung stellt. Wenn wir aber andererseits auf die Fortschritte der letzten Jahre zurückblicken und sehen, wie ein Gebiet nach dem andern wir sicher

zu beherrschen lernten, so haben wir allen Grund, hoffnungsvoll in die Zukunft zu sehen. Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei der zweiten Erkenntnis, die uns lehrt, daß wir ohne mikroskopische Untersuchung der Differentialdiagnose zwischen gut und bösartig ohnemächtig gegenüberstehen. Jeder Kollege, er mag über so große Erfahrung verfügen, wie er will, der dies dennoch zu können glaubt, gibt sich einem Irrtum hin, der von verhängnisvollen Folgen begleitet sein kann. Ich könnte hier eine Anzahl Krankengeschichten veröffentlichen, was ich jedoch im Allgemeininteresse besser unterlassen will. Wenn ich die Reihe der klinischen und mikroskopischen Diagnosen durchgehe und vergleiche, so könnte man fast an ein Satyrspiel der Natur glauben. Mammatumoren mit infiltrierten Achseldrüsen, die in Übereinstimmung mit mehreren Kollegen für karzinomatös gehalten wurden, entpuppten sich mikroskopisch als harmlose Zysten mit gutartiger Drüseninfektion; umgekehrt Tumoren, die für sicher gutartig erklärt wurden, als Adeno-Ca, Zylinderzellen-Ca usw. Andere Diagnosen lauteten „Fibrom, jedoch mit vereinzelten Ca-Herden" oder „Fibrom, im Zentrum sicheres Ca". Als klassisches Beispiel möge folgender Fall gelten: Frau H.: vor 13 Jahren Exstirpation eines haselnußgroßen Tumors aus der rechten Brust, dessen mikroskopische Untersuchung reines Fibrom ergab, während die klinische Diagnose Ca vermutete. Seit etwa 6 Wochen entwickelte sich in der andern (linken) Brust ein klinisch völlig gleicher Tumor, der nun ebenfalls als Fibrom angesehen wurde, während das Mikroskop sicheres Ca erkennen ließ. Kurze Zeit darauf wird neben der Narbe in der rechten Brust ein kleiner Tumor entdeckt, dessen Differentialdiagnose der Vorsicht halber offen gelassen wurde . . Chirurgischerseits wurde jedoch Patientin empfohlen, sich beiderseits radikal operieren zu lassen. Ich habe dann im Gegensatz zum Chirurgen von der Operation abgeraten und die Behandlung in der geschilderten Weise durchgeführt. Die pathologische Diagnose des zuletzt entdeckten Tumors lautete umgekehrt wieder auf der rechten Seite kein Ca, gutartige Mastitis cystica. Ich denke, diese kleine Auswahl genügt, um jeden Kollegen in der Diagnose gutartig oder bösartig außerordentlich vorsichtig zu machen und die Diagnose lieber dem Pathologen zu überlassen. Ja, ich muß sogar auf Grund der Erfahrungen noch einen Schritt weiter gehen und für beginnende Fälle auch die Autorität des Mikroskops bestreiten. Berichte wie „kein sicherer Anhalt für Ca" oder „Ca möglich" oder „Ca wahrscheinlich" beweisen, daß auch der Pathologe, wie menschlich leicht verständlich, in seiner Diagnose zweifelhaft gewesen ist und sich nicht hat festlegen wollen. Außerdem sind mir Fälle bekannt, in denen der eine Pathologe einen Tumor für maligne erklärte, während der andere Malignität ausschloß. Machen wir uns diese Erfahrungen zunutze, so kann doch für die Praxis die logische Folgerung einzig und allein sein, von vornherein in jeder Brustgeschwulst den Brustkrebs zu erblicken und dementsprechend zu handeln. Denn wenn auch früher oder später die Gutartigkeit sichergestellt wird, so sollten wir doch nicht vergessen, daß auch gutartige Tumoren nicht nur Neigung zur Rezidivierung in sich tragen, sondern auch jeden Augenblick in bösartige übergehen können.

Am Schluß meiner vorjährigen Arbeit gab ich folgende Skizze:

Entwicklung

↓ der chirurgischen Behandlung:	↑ der Röntgenbehandlung:
A) Ohne jede Operation	4) wie A; nur Bestrahlung
B) Lokale Operation des Primärherdes	3) wie B + Bestrahlung
C) Radikaloperation der ganzen Brust	2) wie C + Bestrahlung
D) Radikaloperation der Brust + Achsel	1) wie D + Bestrahlung.

Vergleiche ich mit dieser meine Erfahrungen, die sich von den ersten Anfängen an beim Erscheinen dieser Zeilen auf $4^1/_2$ Jahre erstrecken, so möchte ich mich wie folgt ausdrücken:

Zwei Wege stehen uns heute zur Verfügung, um den operablen Brustkrebs sicher zu heilen. Der erste ist die Amputation der Brust mit Ausräumung der Achselhöhle und anschließender Röntgennachbehandlung. Der zweite besteht unter Verwerfung der Radikal-

operation allein in der Röntgenbehandlung oder höchstens in Verbindung mit einem geringfügigen lokalen Eingriff. Beide Wege geben gleich gute Resultate, jedoch hat der letztere den großen Vorteil, daß jede Verstümmelung und Funktionsbehinderung des Körpers unterbleibt. Es kann deshalb heute wohl schon vorausgesagt werden, welcher Weg auf die Dauer der Sieger sein und bleiben wird, und ich glaube jetzt bereits meiner Überzeugung dahin Ausdruck geben zu dürfen, daß jeder Kollege, in dessen Familie oder Praxis nach der letzteren Methode behandelt worden ist, niemals wieder zu einer Radikaloperation raten wird.

Für den inoperablen Brustkrebs bleibt auch unter den heutigen Verhältnissen die Heilungsaussicht eine wenig erfreuliche. Deshalb muß mit allen Mitteln und mit Hilfe einer großzügig durchgeführten Aufklärung dahin gestrebt werden, daß der Brustkrebs nur noch in behandlungsfähigem Zustand in unsere Hände gelangt, und daß die von vornherein aussichtslosen und weit vorgeschrittenen Fälle immer mehr zu den Seltenheiten gehören. Wird dies Ziel erreicht, dann kann es nicht ausbleiben, daß die Todesfälle an Brustkrebs immer mehr aus unseren Statistiken verschwinden. Dann ist der „Sieg der Röntgenstrahlen" vollendet.

Anmerkung bei der Korrektur:

In Gruppe 1 verfüge ich leider über einen Fall von schwerem Rezidiv. Die Ursache liegt allein in dem hochgradig hystero-neurasthenischen Benehmen der Patientin (Frau B.), das eine programmäßige Durchführung der Bestrahlungen unmöglich machte. Das Schicksal der Pat. ist zurzeit sehr zweifelhaft.

In Gruppe 4 sind mir nur vereinzelte Rückfälle bekannt geworden. Sie stammen sämtlich aus einer Zeit, in der ich bedauerlicherweise infolge technischer Schwierigkeiten nicht in der Lage war, die erforderliche Intensivstrahlung zu erzeugen. Ich hoffe bestimmt, daß nach Rückkehr geordneter Verhältnisse weitere Rezidive nicht mehr auftreten werden.

(Aus dem Röntgeninstitut der Universitätsfrauenklinik Bern.)

Leistungen und Rentabilität gashaltiger Röntgenröhren in der Tiefentherapie.

Von

Dozent Dr. **Max Steiger.**

Zu dem unter dem Titel „Leistungen und Rentabilität gasfreier Röhren" erschienenen Artikel von Prof. Albers-Schönberg in Hamburg möchte ich einen kleinen Beitrag über die Leistungen und die Rentabilität gashaltiger Röhren, wie sie sich mir in den 3 Jahren 1916—1918 an 27 Röhren ergeben haben, bringen. Dabei ist es keineswegs meine Absicht, die Leistungen der gasfreien Röhren herabzusetzen oder anzuzweifeln, denn auch ich bin überzeugt, daß die gasfreien Röhren die Röhren der Zukunft sein werden. Die mit meinen gashaltigen Röhren erzielten Leistungen stehen aber in einem solchen Gegensatz zu den Angaben Professor Albers-Schönbergs, daß ich es der bewährten Firma C. H. F. Müller in Hamburg schuldig bin, dieselben zu veröffentlichen.

Unter meinen 27 Röhren befindet sich eine Duraröhre der Firma Reiniger, Gebbert & Schall und eine E-Röhre von Müller, die beide mittels Zentrifugalpumpe durch Eiswasser abgekühlt werden. Unter den mit siedendem Wasser gekühlten Röhren befindet sich eine Bucky-Röhre, eine Schnellsiederöhre von Reiniger, Gebbert & Schall und eine geerdete Schnellsiederöhre von Müller. Die übrigen Röhren sind (22 an der Zahl) die gewöhnlichen Siederöhren von Müller, entweder mit Glaswassergefäß oder mit Metallwassergefäß. Über die früher gebrauchten Rapidröhren sind meine Notizen zum größten Teil verloren gegangen, so daß ich sie hier nicht erwähnen kann. Gasfreie Röhren standen uns bislang nicht zur Verfügung.

Als Röntgenapparat dient uns der Apexapparat der Firma Reiniger, Gebbert & Schall, mit Gasquecksilberunterbrecher, mit einer Funkenstrecke von 35 cm Länge, einer Vorschaltfunkenstrecke von 8—10 cm Länge. Der Apparat ist an unsern städtischen Kraftstrom (Wechselstrom von 240 Volt Spannung und 40 Perioden) angeschlossen und arbeitet durchschnittlich 6 Stunden, öfters auch bis 8 Stunden am Tage. Da es uns Ende 1916 gelang, unsern Röhrenbedarf auf längere Zeit hinaus zu decken, so kommt uns jede der 27 Röhren auf einen Durchschnittspreis von nur ca. 250 Franken zu stehen. Auf diese Summe sind auch unsere Berechnungen über die Rentabilität eingestellt.

Gegenwärtig haben wir von den 27 noch 4 Röhren in vollkommen tüchtigem Zustand. Bis ungefähr Juni 1917 betrieb ich die Röhren mit einer durchschnittlichen Belastung von 5 Milliamperes, seit dieser Zeit mit $2^1/_2$ Milliampéres. Seit Mitte März 1918 haben wir überdies statt der mit der Hand betätigten Gasfernosmoregenerierung den Wintzschen Regenerierautomaten in Betrieb, der erstens die Arbeit außerordentlich vereinfacht und zweitens eine sehr gleichmäßige Beanspruchung der Röhren garantiert. Ich habe auch immer darauf gehalten, daß eine Röhre nie länger als 90 Minuten hintereinender arbeiten mußte. Bei unserem zahlreichen Röhrenmaterial war ein öfterer Röhrenwechsel auch bei vielen zu bestrahlenden Patienten leicht durchführbar und bedingte bei eingearbeitetem Personal nicht mehr wie $^1/_2$ Minute Zeitverlust.

Indem ich in den erwähnten 3 Jahren die zeitliche Inanspruchnahme mit der gebrauchten Belastung in Milliamperes täglich genau notierte, ist es mir nun möglich, genaue Angaben über die Milliampèreminuten, resp. die Milliampèrestunden, die jede Röhre geleistet hat, zu machen.

	Milliampereminuten		Milliamperestunden
Nr. I.	8975	oder	144,6
„ II.	9375	„	156 2
„ III.	68150	„	1136,0
„ IV.	2100	„	35,0
„ V.	25975	„	433,0
„ VI.	16840	„	280,6
„ VII.	?		
„ VIII.	3060	„	51,0
„ IX.	2270	„	38,0
„ X.	51870	„	864,5
„ XI.	6075	„	101,2
„ XII.	51210	„	853,5
„ XIII.	10740	„	180,0
„ XIV.	35025	„	583,7
Nr. XV.	28860	oder	481,0
„ XVI.	45465	„	757,6
„ XVII.	44055	„	734,2
„ XVIII.	38085	„	634,7
„ XIX.	24810	„	413,5
„ XX.	18840	„	314,0
„ XXI.	18765	„	312,7
„ XXII.	15795	„	263,2
„ XXIII.	17382	„	289,3
Bucky-Röhre	3570	„	59,5
Schnellsiederohr	12600	„	210,0
Geerdetes S. S. R.	9020	„	150,3
Duraröhre	17790	„	299,5
E-Röhre	39840	„	647,3

Dazu ist zu bemerken, daß die Röhre XIII mit ihren 180 Milliamperestunden wegen eines Aluminiumfehlers vorzeitig aus dem Dienst scheiden mußte, daß aber die Röhren XVII mit 734,2; XIX mit 413,5; XX mit 314 und XXIII mit 289,3 Milliamperestunden noch volltauglich sind und hoffentlich noch recht lange ihren Dienst versehen können. Alle 4 Röhren stehen beträchtlich über dem Durchschnitt von 144,5 Stunden, den Prof. Albers-Schönberg für die gashaltigen Therapieröhren aufgestellt hat. Unser Durchschnitt erreicht sogar die imposante Zahl von 386,14 Milliamperestunden, unsere Höchstleistung 1136 gegen 354 bei Albers-Schönberg. Im ganzen können wir also auf unser Röhrenmaterial mit großer Genugtuung hinblicken. Wir sehen da Zahlen, die kaum irgendwo erreicht worden sind. Dies spricht aber auch für die hervorragende Güte der Müllerschen Fabrikate. Es mag auch noch ein anderer Umstand nicht ohne Bedeutung sein, nämlich der, daß während des beinahe fünfjährigen Bestandes unseres Institutes seine Leitung immer in derselben Hand lag und nicht ein beständiger Wechsel von Assistenten, wie er wohl anderwärts üblich ist, den kontinuierlichen Betrieb störte. Gewiß ist auch der sehr gleichmäßige Gang des von der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G. gelieferten Apexapparates, der noch heute so gut und sicher läuft wie zu Anfang, an den Leistungen unserer Röhren mitbeteiligt.

Auffallen muß, daß die als nun überholt geltenden gashaltigen Röhren gegenüber den gasfreien gar nicht ungünstig dastehen. Für Therapie berechnet Albers-Schönberg nämlich den Durchschnitt der Lilienfeldröhre auf 176 Stunden, der Siemens-Glühkathodenröhre auf 414 Stunden. Also stehen die gashaltigen Röhren den sogenannten Coolidgeröhren nur ganz wenig nach, überragen aber die Lilienfeldröhren um mehr als 100 % in ihren Leistungen. Als erzielte Höchstleistung verzeichnet die Therapie-Lilienfeldröhre 485,3 Stunden, die Siemens-Glühkathodenröhre 659 Stunden, während wir eine Höchstleistung von 1136 Stunden aufzuweisen haben.

Über die selbsthärtenden gashaltenden Röhren der Müllerschen Fabrik stehen uns noch keine Erfahrungen zur Verfügung. Wir wollen auch nicht behaupten, daß wir mit den gewöhnlichen, aber bewährten Siederöhren so hohe Leistungen erzielen könnten, wenn wir eine härtere Röntgenstrahlung erzwängen, z. B. eine solche, deren Funkenstrecken eine Länge von 40 und mehr cm erreichen würde.

Nun die Rentabilitätsberechnung:

Wie eingangs bemerkt, haben wir in den letzten 3 Jahren mit Röhren gearbeitet, deren Anschaffungspreis durchschnittlich 250 Franken betrug. Bei einer durchschnittlichen Leistung von 386,14 Stunden entfällt auf die Milliamperestunde somit ein Betrag von 0,64 Franken gegenüber 1,21 Mark bei gashaltigen Röhren, 2,90 Mark bei Therapie-Lilienfeldröhren und 1,20 Mark bei Siemens-Glühkathodenröhren nach Albers-Schönberg. Berücksichtigen wir die Höchstleistungen, so erhalten wir für unsere Röhre III für die Milliamperestunde einen Betrag von 22 Rappen, gegenüber 54 Pfennig der gashaltigen Röhren, 105 Pfennig der Therapie-Lilienfeldröhre und 76 Pfennig der Siemens-Glühkathodenröhre bei Albers-Schönberg. Es ist allerdings bei der letzten Röhrenkategorie zu beachten, daß sie mit einer Funkenstrecke von 40 cm Länge während 659 Stunden lief. Inwieweit ein besserer Effekt in der Tiefentherapie den gasfreien gegenüber den gashaltigen Röhren zukommt, ist hier nicht der Platz zu diskutieren, besonders auch darum nicht, weil viele Autoren der Ansicht zuneigen, daß mit einem leistungsfähigen Apparat betriebene gashaltige Röhren unter Einschaltung des Wintzschen Regenerier-Automaten, sich mindestens diejenigen Resultate erzielen lassen, wie mit den gasfreien Röhren.

Im vorliegenden hoffe ich gezeigt zu haben, daß bei sachgemäßem Betrieb, der möglichst immer in derselben Hand liegen soll, die Leistungsfähigkeit der gashaltigen Röhren nicht hinter der der gasfreien zurücksteht, denn erstens haben wir eine Höchstleistung von 1136 Stunden zu verzeichnen und sodann unter 27 Röhren 5, deren Leistungen die Höchstleistung der 30 gasfreien Röhren (659 Stunden) um ein Beträchtliches übertrifft, ferner daß die durchschnittliche Milliamperestundenzahl von 386,14 Stunden doppelt so groß ist wie diejenige der Therapie-Lilienfeldröhre und nur wenig kleiner ist als die der Siemens-Glühkathodenröhre. Von den gegenwärtig noch in Betrieb stehenden Röhren weist XVII eine ganz beträchtliche Mehrleistung gegenüber der Durchschnittsleistung und auch gegenüber der Höchstleistung der Glühkathodenröhren von Siemens auf. Nr. XIX steht um $^1/_2$ Stunde gegenüber der Durchschnittsleistung der Coolidgeröhren zurück. Es ist aber anzunehmen, daß diese 4 Röhren noch beträchtlich weiter gebracht werden können.

Aus unseren Kostenberechnungen hat sich des weiteren gezeigt, daß unsere gashaltigen Röhren gegenüber den gasfreien Röhren infolge ihrer hohen Leistungen ganz bedeutend billiger arbeiten. Für unsere zweistündigen Bestrahlungssitzungen, wie wir sie bei allen tiefentherapeutischen Arbeiten anwenden, beläuft sich der Kostenbetrag, auf die Röhre allein berechnet, für unsere Röhren bei einer Belastung von $2^1/_2$ Milliamperes auf 160 Rappen, während er sich bei der Lilienfeld-Therapieröhre auf 725 und bei der Siemens-Glühkathodenröhre auf 300 Pfennige stellen würde.

Über den röntgenologischen Nachweis der durch die verschiedenen, beim Gasödem gefundenen Anaërobier hervorgerufenen Muskelveränderungen.

Von

Professor Dr. **A. Burchard**, Rostock,

z. Z. Röntgenologe an einem Kriegslazarett.[1])

(Hierzu Tafel XII.)

In Nr. 28, Jahrg. 1916 der Medizinischen Klinik habe ich verschiedene Formen von Gasinfektion der Muskulatur im Röntgenbild wiedergegeben. Diese Beobachtungen waren vor zwei Jahren in den Lazaretten des Herrn Geheimrat Bier gemacht worden. Ich habe damals drei Typen der Gasinfektion dargestellt. Den relativ harmlosen, um einen Steckschuß entstandenen Gasabszeß können wir aus der Betrachtung ausschalten. Eine Trennung der anderen beiden Typen in Gasphlegmone und Gasgangrän ist aber in dem Sinne nicht mehr aufrecht zu halten. Beide Begriffe drücken nicht das Richtige aus, da sich bei einer Gasphlegmone auch gleichzeitig eine Gasgangrän finden kann. Aschoff hat deshalb für die Erkrankung, da sie immer mit Ödem einhergeht, den Namen Gasödem eingeführt.

Die Verschiedenheit in der Art des Auftretens des Gasödems ist nach den neueren Forschungen wahrscheinlich in der Art des Krankheitserregers und seiner Toxinbildung sowie in den Abwehrkräften des erkrankten Individuums zu suchen.

Bei meiner früheren Arbeit standen mir noch keine bakteriologischen Untersuchungsergebnisse zur Verfügung. Da an meinem jetzigen Arbeitsorte sich das zum Studium des Gasödems unter Leitung von Herrn Geheimrat Ficker eingerichtete bakteriologische Laboratorium befand und jeder Fall exakt bakteriologisch bearbeitet wurde, war es mir möglich, genaue röntgenologische Studien über die Muskelerkrankungen anzustellen, über die ich hier berichten möchte[2]).

Bezüglich der Frage, welche Erreger für die Gasödemerkrankungen in Betracht kommen, hat man sich auf der Gasbrandkonferenz auf folgende kurze Benennungen geeinigt:

Typus A	= Unbeweglicher Buttersäurebazillus	= Welch-Fränkelscher Bazillus
Typus B	= Beweglicher Buttersäurebazillus	= Colmarer Stamm (Aschoff u. Mitarbeiter) Ödembazillus (Ficker, Pfeiffer, Bessau)
Typus C	= Beweglicher Putrifikusbazillus	= Ödembazillus (Aschoff, Klose) Paraödembazillus, Uhrzeigerbazillus (Pfeiffer, Bessau)

Thies[3]) hat zwei Hauptformen der Gasinfektion einander gegenübergestellt, die sich klinisch hauptsächlich durch eine verschiedene Verfärbung der Haut an den erkrankten Partien, vor allem aber durch den Verlauf unterscheiden, indem die Erkrankungsform mit brauner Hautverfärbung relativ langsam fortschreitet und bei geeigneter Behandlung einen gutartigen Verlauf nimmt, während die „blaue Gasphlegmone“ unter foudroyantem Verlauf meist letal endet. Bei der ersten Form zerfällt der Muskel schnell zu einem marmeladenartigen Brei, bei der zweiten ist das Muskelgewebe stark ödematös, oft trocken und mit reichlichem Gas durchsetzt. Die anderen differentialdiagnostischen Symptome, Schwellung, Verhalten der Venen und Lymphgänge usw. interessieren für unsere Betrachtungen hier weniger. Bei den Fällen, auf die sich die Thiessche Arbeit stützt, liegen die bakteriologischen Untersuchungen vor und

[1]) Die Arbeit wurde bereits im Mai 1918 abgeschlossen.

[2]) Herren Geheimrat Ficker und Oberarzt Lange spreche ich für die freundliche Unterstützung meinen herzlichen Dank aus.

[3]) Bruns Beiträge Bd. 109, Heft 2.

Thies kommt zu dem bemerkenswerten Ergebnis, daß in der größten Anzahl der Gasphlegmonen mit blauer Hautfärbung Bazillen der Gruppe B angetroffen wurden und in 36 Fällen der anderen Form der Gasphlegmone, die meist mit brauner Verfärbung der Haut einherging, der Fränkelsche Gasbrandbazillus (Gruppe A). In einigen seltneren Fällen fanden sich allein die Uhrzeiger- und Paraödembazillen (Gruppe C).

Thies hat in seiner Arbeit zur Diagnose das Röntgenbild herangezogen und glaubt auch aus ihm eine Stütze für seine Einteilung der Gasphlegmone in zwei Formen zu gewinnen. Bei der braunen Form „sieht man die Gaslager, auch wenn sie groß sind und wenn das Gas sich weit im Muskelgebiet ausgebreitet hat, auf der Röntgenplatte nur größere oder kleinere, schmale oder breitere, schwarze Streifen und verschieden gestaltete Flecken bilden, die vereinzelt oder zu Gruppen nebeneinander liegen. Zunächst beobachtet man sie in der Nachbarschaft der Wunde, dann aber, wenn die Gaslager sich weiter ausbreiten, auch in weiterer Entfernung in der Subkutis, in den Muskelzwischenräumen und in den Muskeln selbst oft perlschnurartig geordnet".

Über das Röntgenbild bei der blauen Form schreibt Thies: „Fertigt man von solchem gasdurchsetzten Körperteil ein Röntgenbild an, so sieht man da, wo das Gas Gelegenheit hat, sich besonders auszubreiten, also im Unterhautzellgewebe, in der Kniekehle, in der Gegend der Gesäßfalten, über der Gesäßmuskulatur usw., ferner in den Muskelzwischenräumen ganz enorme Gasschatten. Frühzeitig sieht man auch die Muskeln selbst von solchen Gasstreifen durchsetzt und erhält da, wo die Muskelfasern fiederartig um zentrale Bindegewebszüge geordnet sind, wie bei einem Teil der Wadenmuskulatur, dem Muscul. vastus, eine deutliche Fiederung, wie sie Burchard (l. c.) in einer Abbildung wiedergibt. Ich habe diese Fiederung wohl andeutungsweise, aber nie in solchem Umfange und mit solcher Gleichmäßigkeit bei der braunen Gasphlegmone gefunden, wenn nicht zugleich oder allein die Infektion mit dem Bazillus des malignen Ödems nachgewiesen wurde."

Im folgenden möchte ich nun an der Hand genau kontrollierter Fälle unter Beifügung der Röntgenbilder[1]) meine eigenen Beobachtungen beschreiben und am Schlusse auch die Ergebnisse einiger Versuche an der Leiche und an Präparaten mitteilen. Aus räumlichen Gründen konnte nur eine kleine Auswahl von Fällen hier publiziert werden, doch sind unsere Beobachtungen in allen anderen Fällen die gleichen. Dabei sind alle Fälle ausgeschieden, bei denen infolge Gefäßdurchschießung eine ischämische Gangrän entstand, da hier, worauf ich später zurückkomme, Verhältnisse vorliegen, die für die Bakterien andere Lebensbedingungen schaffen.

Fall 1. A. P., Vize-Feldwebel.

Am 8. IV. 18 durch Granate verwundet.

9. IV. 18. Weichteilsteckschußwunde des Gesäßes. An der Außenseite des linken Oberschenkels, 3-querfingerbreit unterhalb des Trochanter markstückgroße Einschußwunde. Starke Schwellung des oberen Teiles des Oberschenkels, der Leiste und darüber hinaus. Flächenhafte, teils wolkige Braunfärbung der Trochantergegend und der Leiste. Trommelschall an der Vorderseite des oberen Oberschenkels. Kein fühlbares Emphysem.

Allgemeinzustand: Patient leicht blaß, klar besinnlich. Puls 112. Temp. 37,5. Atmung 20.

Das Röntgenbild zeigt einen bohnengroßen Granatsplitter oberhalb der linken Hüftgelenkspfanne. In der Umgebung der Einschußwunde sieht man starke Gasschatten sowohl in der Subkutis wie in der Muskulatur. Ihre Ausdehnung reicht nach oben bis ca. 3-querfingerbreit oberhalb des Trochanter, nach unten bis 17 cm unterhalb desselben. Die Gasschatten sind lagenweise angeordnet und zeigen keine Muskelstruktur.

Schnitt (Thies) oberhalb der Wunde handbreit vor dem Trochanter. Hier gelangt man in eine Höhle mit zerfallenem Gewebe. Die Subkutis ist stark ödematös, bis über das Leistenband hinaus gelbgrün, die Muskulatur in Kleinapfelgröße halb erweicht wie Marmelade. Gas in der Subkutis, etwas in der Muskulatur. Das Geschoß, das im Knochen steckt, kann bei dem kurzen Rausch nicht entfernt werden.

[1]) Infolge der heutigen Reproduktionsschwierigkeiten mußte ich einen Teil der Abbildungen streichen. Leider gibt auch der Klischeedruck nicht die Feinheiten der Platten wieder.



Die bakteriologische Untersuchung von Muskelstücken ergibt das Vorhandensein von Fränkelbazillen und Uhrzeigerbazillen (Gruppe A und C).

Fall 2. R. H., englischer Korporal.

Am 21. III. 18 verwundet.

26. III. 18. An der Hinterseite der Oberschenkelmitte talergroße Einschußwunde. Das Geschoß steckt. Gewaltige Schwellung des Beines. Typische Braunfärbung hinten bis zum Sitzknorren hinauf. Deutlicher Trommelschall. Venenzeichnung.

Nach dem Röntgenbild steckt ein Infanteriegeschoß in der Streckmuskulatur des Oberschenkels. Ausgedehnte Gasschatten in der Beugeseite des Oberschenkels, besonders stark in der Gegend des Einschusses, tief in die Muskulatur hinein. Von hier reichen die Gasschatten nach oben bis fast zum Sitzknorren, nach unten in den Muskelinterstitien bis kurz oberhalb des Kniegelenkes. Die Gasschatten sind lagenförmig angeordnet, teilweise schwammartig, nach unten zu haben sie ein perlschnurartiges Aussehen.

Hohes Fieber. Puls beschleunigt. Atmung desgl., blasses Gesicht.

Entfernung des Geschosses durch Schnitt (Thies), hier starke Durchblutung des Gewebes. Sodann Schnitt durch die Einschußwunde, in deren Umgebung überall viel Gas im Gewebe gefunden wird. Muskel teils blaß getiegert, teils dunkel. Subkutis rigid, gelbgrün.

Bakteriologische Untersuchung eines bei der Operation entnommenen Muskelstückes ergibt eine Infektion mit einem atypischen Fränkelbazillus.

Fall 3. F. St., Kanonier.

Am 4. IV. 18 durch Granate verwundet.

12. IV. 18. An der Vorderseite des rechten Oberschenkels handbreit oberhalb der Kniescheibe pfennigstückgroße Einschußwunde, aus der Eiter sickert. Schwellung der Kniegegend und des Oberschenkels Wunde riecht nicht. Trommelschall. Keine Verfärbung der Haut, keine Venenzeichnung.

Das Röntgenbild (Abb. 1) zeigt einen haselnußgroßen Granatsplitter in der Streckmuskulatur des Oberschenkels. Diese ist in gut Zweifingerbreite bis auf den Knochen mit Gasschatten durchsetzt. Die Gasschatten sind unregelmäßig, fleckenhaft, teils größere, teils kleinere, mitunter konfluierende Bläschen, sie lassen nicht die typische Muskelstruktur erkennen, durchsetzen aber die ganze Streckmuskulatur. Unterhalb des Splitters bis etwa zur Kniescheibe eine pflaumengroße Gasblase.

Allgemeinzustand: etwas fieberhaft gerötetes Gesicht, Temp. 39,4. Puls 108. Atmung 24.

Schnitt (Thies) durch die Wunde, Entfernung des Geschosses, das in einem großen, gashaltigen Abszeß liegt; nach oben hinauf zieht das Gas durch matschiges Gewebe, Bindegewebe und Muskelreste.

Die bakteriologische Untersuchung des Muskels ergab eine Infektion mit Fränkelbazillen und einen Typus C, der avirulent ist.

Fall 4. G. Sch, Grenadier.

Am 21. III. 18 verwundet.

23. III. 18, 10h. Durchschuß durch den linken Unterschenkel. Einschuß pfennigstückgroß an der Außenseite 3 Querfinger oberhalb des äußeren Knöchels, Außschuß an der Innenseite in gleicher Höhe. Unterschenkelknochen gebrochen. Pfenniggroßer Einschuß auf der linken Kniescheibe. Ob Geschoß steckt, ist nicht zu sagen, kein Bluterguß ins Kniegelenk.

Weichteilschuß durch den linken Oberschenkel von außen nach innen etwa in der Mitte, Einschuß und Ausschuß je zweipfennigstückgroß, keine Knochenverletzung.

Umgebung der Wunde des Unterschenkels tief braun verfärbt. Diese fleckigbraune Verfärbung geht bis handbreit unter das Kniegelenk. An der Innenseite in größerer Ausdehnung blaugrüne Flecken (Blutung). Keine Blasen. Deutliche Venenzeichnung. Ringsum Trommelschall im verfärbten Gebiet. Kein Gasaustritt, keine Eiterung. Übler Geruch. Emphysem in der Nähe der Wunden. Keine Gangrän, keine Lymphangitis.

Das Röntgenbild (Abb. 2) zeigt einen Splitterbruch beider Unterschenkelknochen 3 querfingerbreit oberhalb des Fußgelenkes. In der Frakturstelle der Tibia steckt eine Schrapnellkugel. In den Weichteilen des Unterschenkels sieht man nach unten bis zum Fußgelenk, nach oben bis ca. zur Grenze des oberen und mittleren Drittels breite Gasschatten, die sich in dem unteren Teil im Unterhautfett- und Bindegewebe, oberhalb der Fraktur in den tieferen Muskeln ausbreiten. Die Anordnung der Gasschatten ist im allgemeinen mehr lagen- und fleckenhaft, doch sieht man an einigen Stellen eine Andeutung der Muskelstruktur.

Mittags. Die Verfärbung ist erheblich dunkler geworden und ist bis auf die Hälfte des Mittelfußes übergegangen. Amputation nach Gritti (Thies). Auf dem Amputationsschnitt keine Besonderheit.

Sektion des Beines: Unterhautzellgewebe des Unterschenkels stark ödematös, ausgedehnt mechanisch durchblutet. Die tiefe Muskulatur blaß, matschig, leicht zerreißlich, teilweise marmeladenartig. Gastrocnemius und Soleus erhalten. Muskelinterstitien sehr stark zerfallen, fast wie Eiter. Fett gelöst, schwimmt auf dem Blut. Nirgends Thrombose. Süßlich-fauliger Geruch. Gas nur in der schwer erkrankten Muskulatur.

Die bakteriologische Untersuchung der erkrankten Muskeln ergab eine Mischinfektion mit Fränkelbazillen und beweglichen, sporentragenden Uhrzeigerbazillen.

Fall 5. J. M., Fahrer.

Am 19. III. 18 durch Granatsplitter verwundet.

21. III. 18. Starke Dyspnöe. Über der linken Oberschlüsselbeingrube ein kirschgroßer, schmieriger Einschuß (Steckschuß). Es besteht offenbar Pneumothorax.

Der linke Unterschenkel vom Knie ab livid verfärbt. Blaufärbung an der Außenseite des Oberschenkels bis oberhalb der Mitte. Überall Trommelschall. Blasenbildung mit blutig-serösem Inhalt an der Hinterseite, Hautknistern bis zur Leiste. Der Gasbrand geht aus von einer großen Weichteilwunde an der Außenseite des Unterschenkels und von einer talergroßen Wunde auf der Vorderseite der Kniescheibe.

Das Röntgenbild (Abb. 3) zeigt eine Fraktur der Kniescheibe, keinen Steckschuß. Die ganze Muskulatur des Untersehenkels und des unteren Teiles des Oberschenkels ist völlig mit Gas durchsetzt, so daß überall die Struktur der Muskeln zu erkennen ist.

Absetzung des linken Beines oberhalb der Mitte (Rathcke).

Der Gasbrand erstreckt sich namentlich an der Hinterseite bis zum Gesäß. Hier ist die Muskulatur schaumig, der Glutäus schwärzlich schmierig. Allenthalben breite Aufklappung.

Die bakteriologische Untersuchung ergibt, daß alle 3 Gruppen von Gasbakterien, A, B und C, vertreten sind.

Fall 6. H. G., Füselier.

Am 21. III. 18 durch Gewehrgranate verwundet. Hier eingeliefert am

31. III. 18. Gangrän des rechten Armes bis zur Ellenbogenhöhe. Große Wunde der Achselhöhle, die durch Naht geschlossen ist und gut aussieht. Einschußwunde hinten am Oberarm.

Amputation (Thies) oberhalb der Kondylen des Humerus. Muskel auf dem Schnitt blaß, nicht blutend, dagegen bluten die übrigen Gefäße. Wunde wird nicht geschlossen.

6. IV. 18. Das mächtige Ödem des Oberarmstumpfes ist zurückgegangen. Die Wunde ist schmutzig belegt. Am Wundrand sichelförmig abgehobene Epidermisblasen. An der Außenseite des Vorderarmstumpfes ist am Wundrand halbkreisförmig eine veilchenblaue Zone aufgetreten. Um diese blaue Zone ein blasser Hof. Im blauen Gebiet einige Epidermisblasen. Nach dem Klopfbefund ist die Muskulatur darunter gashaltig.

Das Röntgenbild des Oberarmstumpfes zeigt, daß sowohl das Unterhautfettgewebe wie die Muskulatur im unteren Teil des Stumpfes stark gashaltig ist. An der Außenseite ragen die Gasschatten bis ca. 15 cm in die Muskulatur herauf, sind ganz feinblasig und zeigen hier deutlich die Struktur der Muskeln (Fiederung). An der Innenseite sieht man ebenfalls Gasschatten bis hinauf zur Achselhöhle, hier haben sie aber mehr ein lagen- und schwammartiges Aussehen.

Exartikulation des Obe·armes (Karl). Auf dem Amputationsschnitt keine Besonderheiten.

7. IV. 18. Andeutung von Kieferklemme.

8. IV. 18. Wunde sieht tadellos aus. Exitus an Tetanus.

Bei der Sektion des amputierten Oberarmstumpfes (Aschoff) findet sich, daß der untere, leicht abhebbare Hautlappen eine muldenförmige, mit schmierigem Eiter gefüllte, ziemlich tiefe Tasche umsäumt, in deren Tiefe nekrotische Fetzen von Faszien, Sehnen und Muskelgewebe zutage treten. Der vordere Lappen ist nur kurz, vorwiegend von Muskelstümpfen ausgefüllt, von denen einer, wohl dem Triceps angehörig, schmutzig grünschwarz gefärbt und trocken erscheint, der andere schmutzig eitrig belegt ist. Beim Längsschnitt durch die Haut der Außenfläche an der Grenze der blauen Bezirke des Vorder- und Hinterlappens sieht man die ganze Haut bis zur Amputationsgrenze ödematös geschwollen. Die Schwellung betrifft vorwiegend das subkutane Fettbindegewebe. Gegen den Stumpf zu wird das Gewebe gleichzeitig schmutzig-rot gefärbt. In dem dunkelvioletten Bezirk nimmt die dunkelrote, gleichmäßige Färbung weiter zu und hier treten auch kleine Glasbläschen auf. Beim weiteren Verfolgen der hinteren Faszie stößt man beim Abklappen der Haut auf eine bis 3 fingerbreit unterhalb der Exartikulationsfläche reichende, große Höhle, in welcher ein völlig mulmig-marmeladenartig erweichter Muskel, anscheinend ein Teil des Triceps, in Ausdehnung von etwa 17 cm frei zutage liegt. Nach oben ist die große Erweichungsstelle durch einen 1 cm breiten Streifen wachsig entarteter Muskulatur abgegrenzt. Auf einem Durchschnitt durch die tiefen Schichten des Triceps sieht man ebenfalls z. T. wachsige, z. T. eigentümlich trockene, lachsfarbenartige Muskelpartien. Beim Durchschneiden des äußeren schwarzroten Tricepsrandes knistert derselbe stark und ist von Gasblasen reichlich durchsetzt, welche den Muskel deutlich fiedern.

Die bakteriologische Untersuchung der bei der Amputation entnommenen Muskelstücke ergeben eine Infektion mit Bazillen der Gruppe B und mit Tetanus.

Fall 7. A. G., Gefreiter.

Am 6. IV. 18 durch Granate verwundet.



12. IV. 18. Auf der linken Gesäßbacke eine über handgroße, bis tief in die Glutaealmuskel hineinreichende, zerklüftete Wunde, bei der der braunschwarze, zerrissene Muskel zutage liegt. Blutig-seröses Wundsekret, keine Eiterung. Der obere, etwas überhängende Wundrand ist nekrotisch, die Wunde stinkt, aus ihr tritt Gas hervor. Der linke Oberschenkel ist gewaltig geschwollen. Lauter Trommelschall beim Beklopfen, besonders außen und hinten. Unterer Rand der Wunde goldgelb fleckig belegt. Leicht gelbliche Verfärbung der Vorderseite des Oberschenkels. Keine Venenzeichnung, keine Blasenbildung. Hinterseite des Beines und Wundrand leicht livid verfärbt.

Patient ein wenig benommen, Gesicht blaß, große Unruhe. Lippen bläulich.

Atmung stöhnend 22. Puls sehr klein, unregelmäßig 98. Temp. 38.

Patient stirbt im Operationssaal.

Die sofort vorgenommene Röntgenuntersuchung zeigt, daß die ganze Beugemuskulatur des Oberschenkels und des Gesäßes von Gas völlig durchsetzt ist und zwar so, daß der Aufbau der Muskeln überall deutlich zu erkennen ist. Breitere Gaslager finden sich nur in der Tiefe dicht am Knochen.

Nach dem Tode ausgesprochene Blaufärbung der Leistengegend und des Oberschenkels mit typischer Blasenbildung.

Die bakteriologische Untersuchung von Muskelstücken ergibt einen Bazillus der Gruppe B, der für Meerschweinchen hochvirulent ist, und einen der Gruppe C, der für Meerschweinchen avirulent ist.

Fall 8. W. B., Assistenzarzt der Res.

25. III. 18. M.-G.-Steckschuß im linken Unterschenkel. 8 cm lange und 2 cm breite Wunde, die tamponiert ist. Nach Angabe des Patienten ist Geschoß entfernt worden. Schwellung des Unterschenkels bis zum Knie und teilweise Rötung.

30. III. 18. Wunde von gutem Aussehen, der ganze Unterschenkel ist gelb, grün und blau verfärbt und geschwollen. Temperatur regelrecht, Allgemeinbefinden gut.

4. IV. 18. Das Röntgenbild zeigt keine Knochenverletzung, kein Gas im Gewebe.

7. IV. 18. Stumpfes Eingehen an der Wadenseite der Wunde. Man gelangt in eine große, mit Blutgerinnsel ausgefüllte, glattwandige Höhle, welche von einigen Strängen durchzogen ist. Es tritt plötzlich eine starke Blutung auf. Unterbindung der Art. poplit. in der Kniekehle (Thies). $1^1/_2$ cm langer Riß im Gefäß.

8. IV. 18. Sehr elend. $2^1/_2{}^h$ Kollaps, mäßige Blutung, süßlich-fauler Geruch.

5^h nachm. Starke Schwellung des Unterschenkels. Wunde stinkt, aus ihr kommt Gas hervor. Unterer Umkreis der Wunde in Handbreite blaurot verfärbt. An der Außen- und Unterseite der Wade setzt sich die Blaufärbung sattelförmig fort. Die Epidermis ist an der Unterseite der Wade in großen Lamellen abgelöst, die Haut im übrigen gleichmäßig gelblich verfärbt, nicht braun.

Patient blaß, anämisch, Puls klein, 118. Temp. 39.

Röntgenbild (Abb. 4). Knochen unverletzt. Die Wadenmuskulatur ist stark mit Gas durchsetzt und läßt deutlich ihre Struktur erkennen. Diese „Fiederung" durchsetzt in der oberen Hälfte die Wadenmuskulatur ganz bis in die Tiefe, weiter nach unten geht sie nicht so tief und im unteren Drittel sieht man kein Gas mehr im Muskel, hier zeigen uns die Maschen des Unterhautzellgewebes die üblichen wabenartigen Schatten. Die Streckmuskulatur ist ganz frei. Amputation in der Mitte des Oberschenkels.

Anatomische Diagnose des sofort sezierten Beines (Aschoff): Operierter Steckschuß der Kniekehle. Anschuß der Kniekehlenschlagader, doppelte Unterbindung oberhalb des Ausschusses. Ausgedehnte Gasödembildung in den Muskeln der Hinterseite des Unterschenkels in den verschiedensten Stadien.

10. IV. 18. 10^h morgens. Am oberen Wundrand des Amputationsstumpfes ist ein halbmondförmiger, in der Basis etwa 6 cm breiter, veilchenblauer Fleck entstanden. Auf demselben einige kleine, mit Gas gefüllte Epidermisblasen. Der gleichmäßige blaue Fleck ist von einem schmalen, blassen Ring umgeben.

$11^1/_2{}^h$. Der blaue Fleck ist um das Doppelte größer geworden, jetzt handtellergroß, zahlreiche kleine, mit blutig-seröser Flüssigkeit gefüllte Bläschen.

Patient munter, Puls kräftig, 96. Temp. 38,4. Atmung 24.

Das Bein wird nahe dem Trochanter amputiert (Kauschscher Schnitt), um alle Gelegenheit für Gewebsnekrosen möglichst auszuschalten.

Das sofort nach der Amputation aufgenommene Röntgenbild des amputierten Stumpfes zeigt im Gebiet der blauen Haut einen gänseeigroßen Gasherd, der von feinsten Gewebsfasern durchzogen ist.

Anatomische Diagnose des sezierten Stumpfes (Aschoff): Gasödemrezidiv am Amputationsstumpf.

Bakteriologischer Befund: Sicherer Typus B, auch Uhrzeigerbazillen (Typus C) werden gefunden.

Fall 9. K. W., Infanterist.

In der Nacht 13./14. III. 18 durch Granatsplitter verwundet.

17. III. 18. An der Vorderseite der Oberschenkelmitte handtellergroße Wunde, aus der mißfarbene Muskulatur hervorquillt. Unter Geräusch zischt zwischen den Muskelteilen Gas hervor. In der Knie-

gelenksgegend und an der Hinterseite des Oberschenkels fleckige, unregelmäßige Blaufärbung der Haut. Auf diesen blauen Flecken flächenhafte Blasen, teilweise mit Gasbildung ohne Einziehung. In den Blasen blutig-seröse Flüssigkeit. Umgebung der blauen Flecken blaß. Starke Schwellung des Oberschenkels, Trommelschall. Keine Venenzeichnung. Tibialispuls nicht fühlbar. Lymphdrüsen bis zu Walnußgröße geschwollen, aber unter der kissenartig aufgetriebenen Haut schwer fühlbar.

Das Röntgenbild (Abb. 5) zeigt besonders an der Außenseite des Oberschenkels, von der Wunde ausgehend, eine enorme Durchsetzung der Muskulatur mit Gasschatten, die die Muskelstruktur deutlich erkennen lassen. Die Affektion greift auch auf die innere Oberschenkelmuskulatur über, doch sind die Gasschatten hier nur teilweise „gefiedert", es finden sich auch streifen- und lagenartige Schatten. Ein breiterer Gasstreifen findet sich nur unter der Faszie oberhalb des Condylus int.

Patient ist klar, sieht im Gesicht nicht schlecht aus. Puls 112, klein. Atmung 30. Temp. 39.

Amputation in Trochanterhöhe (Thies).

18. III. 18, früh 1h Exitus.

Sektion des Beines. Nirgends Thrombose. Gefäßscheiden grünlichgelb, ödematös. Unterhautzellgewebe ödematös, am Unterschenkel mißfarben grüngelb, am Oberschenkel blaß, rigid. Muskel blaß, stark gashaltig, nicht zerfallen, nicht besonders leicht zerzupfbar, feucht; in der Nähe der Wunde dunkel und derb und nicht zerzupfbar, trocken. Gas findet sich hauptsächlich in der Muskulatur, in der Subkutis wird wenig gefunden. Gelöstes Fett wurde nicht gesehen, Eiter nirgends gefunden.

Die bakteriologische Untersuchung ergibt eine Infektion mit einem für Meerschweinchen hochpathogenen Gasbazillus der Gruppe C, virulente Putrifikusgruppe.

Betrachten wir nun diese Fälle genau, so können wir auf den Röntgenbildern zwei verschiedene Typen unterscheiden, sie gleichen völlig den Bildern, wie ich sie in meiner früheren Arbeit (l. c.) als „Gasphlegmone" und „Gasgangrän" unterschied. Bei dem ersten Typus (Fall 1—4) sehen wir, meist vom Einschuß ausgehend, flecken- und streifenförmige Schatten im ganzen Gewebe, oft perlschnurartig angeordnet, die teils zwischen die einzelnen Muskeln eindringen und diese deutlich gegeneinander abheben, teils aber sich in den Muskeln selbst verbreiten und hier eine schicht- und lagenförmige Anordnung zeigen. Daneben sieht man kleinere und größere Flecken, die stellenweise, je nach dem Zerfall des Muskels, zu größeren Streifen und Höhlen konfluieren. Ein so erkrankter Muskel hat oft ein schwammartiges Aussehen, zeigt aber nie den Aufbau seiner Struktur.

Ganz anders bei den folgenden Fällen (5—9). Hier sehen wir auch größere Gaslager in der Subkutis, am Kniegelenk und anderen Prädilektionsstellen, das Typische aber ist eine völlige Durchsetzung des Muskels mit allerfeinsten Gasbläschen, die zwischen die einzelnen Muskelfasern eindringen und diese auseinanderdrängen, so daß man die Struktur des Muskels, den Verlauf seiner Fasern, seine Begrenzung gegen seine Nachbarn genau verfolgen kann, kurz das Bild der „Fiederung", wie es bekannt ist.

Vergleichen wir die Röntgenbefunde mit den Resultaten der bakteriologischen Untersuchung, so finden wir, daß bei den Fällen 1—4, bei denen wir im Röntgenbild nur flecken- und lagenförmige Durchsetzung der Gewebe mit Gas sahen (nur bei Fall 4 war an einer Stelle eine Andeutung von Fiederung, hierüber siehe weiter unten), bakteriologisch der Fränkelbazillus gefunden wurde, daneben in einigen Fällen Bakterien aus der Gruppe C.

Bei den Fällen 5—8, wo wir im Röntgenbild die deutliche Darstellung der Muskelstruktur (Fiederung) wahrnahmen, sind immer Bazillen vom Typus B gefunden, daneben einmal der Fränkelbazillus und dreimal Fäulnisbazillen (Uhrzeigerbazillen Gruppe C).

Fall 9 endlich, dessen Röntgenbild ebenfalls sehr schön die Auffaserung der Muskeln und ihren Aufbau erkennen läßt, ergibt bakteriologisch eine Infektion mit einem Erreger der virulenten Putrifikusgruppe C.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß von den ersten vier Fällen drei eine braune Hautverfärbung aufwiesen, bei einem jegliche Verfärbung fehlte, während die anderen fünf alle eine blaue Verfärbung hatten.

Thies (l. c.) hat die Fiederung in größerem Umfange nie bei der „braunen Gasphlegmone" gefunden, wenn nicht zugleich oder allein die Infektion mit einem Bazillus der Gruppe B nachgewiesen wurde.



Aus den obigen Fällen ist zu schließen, daß wohl nicht allein die Bazillen vom Typus B die „Fiederung“ bewirken, sondern daß auch die Bakterien der Gruppe C, der Fäulniserreger, diese Eigenschaft besitzen können. Bei Fall 4 z. B., bei dem die Hauptursache der Erkrankung dem Fränkelbazillus zuzuweisen ist, findet sich an einer Stelle eine Andeutung von Fiederung, es wurde aber kein Bazillus der Gruppe B, sondern außer dem Fränkelbazillus nur noch Bakterien der Gruppe C gefunden, also müssen diese für die geringe Fiederung verantwortlich gemacht werden, da wir sonst bei Fränkelfällen nie Fiederung fanden.

Bei den Fällen mit der typischen Gasdurchsetzung des Muskels und der deutlichen Strukturdarstellung ist nur einmal, bei Fall 6, allein der Typus B gefunden, bei 5, 7 und 8 ist ebenfalls die Gruppe C beteiligt und in dem Fall 9 sind sogar nur Bakterien der Gruppe C gefunden.

Auf welchen Grundsätzen die verschiedenartige Gasbildung in der Muskulatur beruht, das nachzuweisen, ist Sache des Bakteriologen. Einen Anhaltspunkt für das Zustandekommen der „Fiederung“ durch die Fäulnisbakterien mögen die weiter unten angeführten Versuche ergeben.

Das Zustandekommen der gröberen Gaslager, die flecken- und flächenhafte Ausdehnung des Gases in der Muskulatur bei der Fränkelinfektion beruht wohl auf der schneller das Gewebe einschmelzenden, den sog. Marmeladenmuskel bildenden Eigenschaften dieser Bazillen. Durch ihre stark verdauenden Fermente wird das Unterhautzellgewebe und das interstitielle Muskelgewebe, bald auch der Muskel selbst vollständig aufgelöst, dadurch entstehen unregelmäßig gestaltete Hohlräume, die beim Fortschreiten des Zerfalls miteinander konfluieren und das oben beschriebene Bild hervorrufen.

Beim Typus B tritt anscheinend die Fermentwirkung auf das Gewebe in den Hintergrund, der Muskel wird nicht so schnell verdaut und die Muskelstruktur bleibt länger erhalten. Die Muskelbündel werden durch die zwischen ihnen entstehenden und zwischen sie eindringenden allerfeinsten Gasbläschen auseinandergedrängt, ohne selbst in ihrer Lagerung verschoben zu werden, und bieten auf diese Weise das Bild der Auffaserung bzw. Fiederung.

Es lag nun nahe, Versuche zu machen, ob sich die gleichen Verhältnisse auch experimentell erzeugen lassen. Es wurden deshalb, gemeinsam mit Oberarzt Lange, einige Meerschweinchen mit Reinkulturen von Bakterien der Gruppen A und B geimpft. Die Tiere erkrankten in der typischen Weise, wie sie hier im Gasbrand-Laboratorium immer beobachtet wurde. Bei der Sektion zeigte sich bei den Fränkeltieren die Erweichung und Einschmelzung der Muskulatur, während die mit Typus B geimpften Tiere starke ödematöse Durchtränkung der Muskulatur ohne besondere Erweichung oder gar zundrigem Zerfall zeigten. Die in verschiedenen Zeitabständen aufgenommenen Röntgenbilder ließen zwar deutlich eine Gasbildung in der Oberschenkelmuskulatur und am Bauch erkennen, doch war bei der Feinheit und Kleinheit der Muskeln ein Unterschied in der Gasbildung oder eine Strukturveränderung bei den verschiedenen Versuchstieren nicht zu erkennen. Hinderlich war natürlich die im Verhältnis zur Extremität relativ dicke Haut des Tieres. Größere Versuchstiere standen nicht zur Verfügung.

Thies hat einen Versuch an frisch entnommenen Muskelstücken gemacht, indem er ein Stück mit einigen Kubikzentimetern einer Leberbouillonkultur von Fränkelbazillen, ein anderes mit einer Leberbouillonkultur der Gruppe B infizierte. Die Stücke wurden in Nährbouillon bei 37° im Ofen bebrütet. Ich habe dann nach 24 bzw. 36 Stunden Röntgenbilder der Präparate angefertigt. Auf dem Bild des mit A infizierten Muskelstückes zeigten sich kleinere und größere Gasblasen und teils runde, teils unregelmäßig geformte Gasschatten bis zu Haselnußgröße, regellos nebeneinander liegend. Auf dem Röntgenbild des mit B infizierten Stückes war die Muskelstruktur deutlich zu erkennen, daneben aber auch einige unregelmäßig gestaltete Gaslager. Auf dem Durchschnitt des fixierten Präparates ließen sich bei dem Versuch mit dem Typus A entsprechende Hohlräume feststellen, in denen die Muskulatur zerfallen war. Bei diesem Versuch war durch die frische Entnahme die Einwanderung von Fäulnisbakterien aus dem Darm ausgeschlossen.

Ich stellte dann, wohl bewußt, daß die Ergebnisse derartiger Versuche nicht ohne weiteres auf Lebende zu übertragen seien, in Gemeinschaft mit Herren Geheimrat Ficker und Oberarzt Lange Versuche an Leichen an. Um eine gleichmäßige Infizierung der betreffenden Gliedmaßen zu erzielen, wurde nach Vorschlag von Herrn Geheimrat Aschoff die Injektion durch das Arteriensystem gewählt. Es wurden bei einer frischen Leiche die Arteriae politeae oberhalb der Kniekehlen freigelegt und nun unter aseptischen Kautelen in die eine 65 ccm einer Traubenzuckerbouillonkultur mit Wasserstoffzusatz von Bazillen des Typus A, in die andere die gleiche Menge einer gleichen Kultur von Bazillen des Typus B injiziert. Arterie und Vene wurden sodann unterbunden und die Leiche blieb im geheizten Zimmer.

Die Art der Infektion ist ja anfechtbar, da sie nicht den Verhältnissen bei der Verwundung entspricht, doch erschien sie uns wegen ihrer Gleichmäßigkeit für diesen Versuch am geeignetsten.

Nach 48 Stunden wurden die ersten Röntgenaufnahmen gemacht, die das eigenartige Ergebnis hatten, daß bei dem mit Typus A infizierten Beine (Abb. 6) sich ganz enorme Gaslager im Unterhautzellgewebe der Wade und in den Muskelinterstitien zeigten, daß daneben aber auch, entgegen der Erwartung, die Muskulatur schon ihre Struktur erkennen ließ. Die ganze Muskulatur war bis zum Kniegelenk mit Gas durchsetzt. Bei dem anderen Bein (Abb. 7) fehlten die großen Gaslager, aber die untere Hälfte der Wadenmuskulatur zeigte schon die typische Fiederung.

Ich möchte hier aber einfügen, daß ich bei dem Vergleich dieser und der folgenden Röntgenbilder mit denen von frisch Erkrankten, bei denen der Typus B beteiligt war, den Eindruck habe, daß bei den letzteren die Muskelstruktur feiner, die Fiederung noch feinmaschiger ist als bei den Bildern dieser Versuchsreihe.

24 Stunden später hatten bei dem Fränkelbein die Gaslager noch an Größe zugenommen, die Fiederung war an der Innenseite der Wade noch deutlich, an der Außenseite war die Muskelstruktur schon zum größten Teil waben- und schwammartig zerfallen. Bei dem anderen Bein war die Fiederung nun auch bis zum Kniegelenk deutlich und jetzt begannen auch hier sich große Gaslager unter der Subkutis zu bilden. Nach weiteren 24 Stunden hatten sich die beschriebenen Zustände an beiden Beinen noch mehr ausgebildet, wobei aber der größere Zerfall an dem Fränkelbein deutlich war.

Beim Einschnitt in die Muskulatur beider Beine fanden sich beiderseits große Gasmengen, die Muskulatur schmutzig-rot, teilweise zerfallen, doch waren makroskopisch keine besonders hervorstechende Unterschiede festzustellen. Es wurde nun sogleich vom frischen Präparat eine bakteriologische Untersuchung vorgenommen (Ficker). Im hängenden Tropfen wurden bei dem Fränkelbein Fränkelbazillen in reichlicher Menge, daneben aber Fäulniserreger gefunden. Bei dem mit Typus B infizierten Bein, frisch untersucht, waren Bazillen der Gruppe B nicht mit Sicherheit festzustellen. Es wurden deshalb hiervon noch Kulturen angelegt, die aber nicht die Anwesenheit des Typus B ergaben. Es ist daher anzunehmen, daß die injizierte Kultur, obwohl sie hochvirulent war, von den Fäulniserregern überwuchert ist.

Schon dieser Versuch zeigt, daß die Fäulnisbakterien der Gruppe C sehr wohl imstande sind, derartige Bilder auf der Röntgenplatte hervorzurufen, wie wir sie oben bei der Infektion mit dem Typus B sahen. Daß die Bilder von dem Fränkelbein auch sofort die Fiederung zeigten, ist nicht auf Rechnung der Fränkelbazillen, sondern auf Rechnung der in der Leiche schon anwesenden Fäulnisbakterien zu setzen. Die Fränkelinfektion begünstigte hier das schnelle Vorangehen des Prozesses und den schnellen Zerfall der Muskulatur.

Zur Bestätigung dieses Versuches und zur Beobachtung der Wirkung der Fäulnisbakterien allein, wie sie in jeder Leiche vorhanden sind, habe ich das Bein einer Leiche, die von einem an Herzlähmung Gestorbenen stammte, in Zwischenräumen einer Röntgenuntersuchung unterzogen. Vier Tage post mortem waren noch so gut wie gar keine Veränderungen festzustellen. Am fünften Tag begann die untere Wadenmuskulatur eine ganz feine Strichelung zu zeigen,

größere Gaslager fehlten noch ganz. Am sechsten Tag hatte der Prozeß aber kolossale Fortschritte gemacht, die ganze Unterschenkelmuskulatur zeigte deutlich ihre Struktur, große Gaslager unter der Subkutis und in den Muskelinterstitien (Abb. 8). Am siebten Tag hatten diese Erscheinungen noch weitere Fortschritte gemacht. An diesem Tage wurde das livid verfärbte und stark geschwollene Bein aufgeschnitten. Beim Durchschneiden der Muskulatur deutliches Knirschen, unter Zischen entweicht Gas. Muskel schmutzig-rötlich, überall von Gas durchsetzt. Es wurde sofort Material zur bakteriologischen Untersuchung (Lange) entnommen, doch fanden sich in den entnommenen Muskelstücken eine derartige Menge anaërober Bakterien der Gruppe C sowie aërobe Keime, daß eine Isolierung der einzelnen Stämme nicht vorgenommen ist. Bazillen der Gruppe A und B waren jedenfalls nicht vorhanden.

Somit ist wohl erwiesen, daß an der Leiche die als Fiederung beschriebene Erscheinung auf dem Röntgenbild sehr wohl allein durch Fäulniserreger hervorgerufen werden kann. Dies ist wichtig im Hinblick auf die Tatsache, daß wir häufig bei Patienten, die eine Gefäßdurchschießung erlitten und infolgedessen eine ischämische Gangrän hatten, also an dem betroffenen Glied ähnliche Verhältnisse wie an der Leiche boten, im Röntgenbild ähnliche Veränderungen in der Muskulatur (Fiederung) wahrnahmen, obwohl eigentliche Gasbranderreger nicht nachzuweisen waren. Daß im lebenden Gewebe, wo der Körper alle seine Abwehrmaßregeln treffen kann, die Verhältnisse ganz anders liegen, ist selbstverständlich.

Wie ich schon eingangs sagte, habe ich mich aus diesem Grunde bemüht, alle Fälle, wo Verdacht auf eine ischämische Gangrän bestand, auszuschalten. Auch in Fall 9, wo als Krankheitserreger nur ein Bazillus der Gruppe C gefunden wurde, bestand, obgleich der Tibialispuls, wohl infolge der kolossalen Schwellung, nicht fühlbar war, wie die Sektion ergab, keine Gefäßverletzung.

Auch Thies (l. c.) erwähnt einige Fälle, in denen nur Bakterien der Gruppe C gefunden waren, nach seiner Ansicht zeichnen sich derartige Erkrankungen dadurch aus, daß bei ihnen meist eine Gewebsnekrose infolge der Verletzung großer Gefäße oder Zerquetschung von Geweben bestand.

Ich möchte meine Beobachtungen dahin zusammenfassen, daß wir, abgesehen vom Gasabszeß, auf den Röntgenogrammen von an Gasödem Erkrankten zwei verschiedene Formen von Muskelveränderungen unterscheiden können, die durch die Verschiedenartigkeit der anaëroben Erreger und der von ihnen vorgefundenen Lebensbedingungen hervorgerufen sind. Bei dem einen Typus die flecken- und lagenförmige Anordnung der Gasschatten, bei dem anderen die völlige Durchdringung der Muskelfasern mit feinsten Gasbläschen, die die Muskelstruktur deutlich erkennen lassen (Fiederung).

Die erste Form sehen wir nur bei der Fränkelinfektion, eine Beteiligung der Gruppe B wurde nie gefunden, doch war daneben die Anwesenheit von Fäulniskeimen aus der Gruppe C oft nachzuweisen.

Die zweite Form wurde stets beobachtet, wenn Bazillen der Gruppe B allein oder in Gemeinschaft mit Bakterien der Gruppe C beteiligt waren. Jedoch kann, besonders wenn eine Gefäßverletzung oder starke Gewebszertrümmerung vorliegt, auch durch Bakterien der Gruppe C allein eine „Fiederung" der Muskulatur hervorgerufen werden.

Auf die Bedeutung der Röntgendiagnose beim Gasödem kann nicht genügend hingewiesen werden. Die Vorgänge im Muskel, die wir sonst erst bei der Operation resp. Obduktion wahrnehmen, können stets frühzeitig auf dem Röntgenbild erkannt werden, letzteres gibt daher wichtige Anhaltspunkte für Behandlung und Prognose.

Aus dem Stadtkrankenhause Dresden-Johannstadt, chir. Abteilung (stellv. Leiter Oberarzt Dr. Gündel).

Abgang eines verschluckten Gebisses auf natürlichem Wege.

Von

cand. med. **Walter Bellmann.**

(Tafel XIII, Fig. 1—3).

In der Poliklinik der chirurgischen Abteilung des hiesigen Krankenhauses meldete sich am 4. November mittags 1 Uhr folgender interessante Fall:

Eine 32jährige Frau hatte beim Brotessen vormittags 10 Uhr ihr künstliches Gebiß, versehen mit 2 Zähnen und einem ca. 3 cm langen Metallhaken verschluckt. Dasselbe war angeblich unterhalb des Kehlkopfes, sicher durch Einspießen des erwähnten Hakens in die Ösophagusschleimhaut, daselbst stecken geblieben, und die sofort sich einstellenden Beschwerden bestanden in Atemnot, heftigem lokalisierten Druckschmerz und starker, äußerlich sichtbarer Anschwellung der vorderen Halspartie. Die sofortige Röntgenaufnahme zeigte deutlich die schmetterlingsförmige Kautschukplatte mit dem von der Patientin beschriebenen oralwärts gelegenen Metallhaken in Höhe des 7. Halswirbels (siehe Bild 1). Es wurde nun versucht, mittels Münzenfängers das Gebiß zu fassen, durch Zug zu nehmen und zu extrahieren Da dies aber nicht gelang, so wurde, um die sonst erforderliche Ösophagotomie zunächst zu meiden, der andere noch mögliche Weg, das Gebiß durch Stoß mittels Olivensonde aus seiner Lage zu entfernen und somit ein Abgang desselben per anum zu erzielen, eingeschlagen. Während dieses Eingriffes spuckte Patientin geringe Mengen frischroten Blutes, und der lokale Druckschmerz sowie die Atemnot schwanden plötzlich. Dagegen stellte sich mäßiges Druckgefühl entlang des Ösophagus ein. Die ca. $^1/_2$ Stunde später angefertigte Röntgenaufnahme zeigte denn auch den Fremdkörper in Höhe des 6. Brustwirbels (siehe Bild 2). Dieser sich allmählich nach abwärts einstellende Druckschmerz hörte nach ca. 2 Stunden ebenfalls plötzlich völlig auf und Patientin fühlte sich von jetzt ab völlig beschwerdefrei. Die am 5. November 1918 vormittags erneute Röntgenaufnahme (siehe Bild 3) zeigte das Gebiß auch deutlich an der Stelle, die dem Magenfundus entspricht, nämlich links vom 3. Lendenwirbel. Der Metallhaken lag jetzt analwärts, die Kautschukplatte hatte sich somit mindestens um 90° gedreht. Die Halsschwellung war völlig beseitigt. Am nächsten Morgen meldete sich Patientin wieder. Das Gebiß war vormittags 9 Uhr beim Stuhlgang, fest im Kot eingeballt, so daß es erst nach genauer Durchsuchung des Stuhlganges gefunden worden war, mit abgegangen, ohne daß das völlige Wohlbefinden die geringste Störung erneut erlitten hatte Patientin war reichlich Breidiät verordnet worden, und so war, abgesehen von dem kleinen Eingriff mit dem Münzenfänger und der Olivensonde, die Entleerung auf natürlichem Wege innerhalb 48 Stunden erfolgt.

Größe des Gebisses: Breite 3 cm, Länge 1,8 cm.

Wölfler und Lieblein[1]) erwähnen in ihrer Zusammenstellung 18 ähnliche Fälle, die ebenfalls per vias naturales abgegangen sind, während in den weiter angeführten ein verschlucktes Gebiß erbrochen, eins mittels Münzenfängers extrahiert worden war und vier Fälle zur Gastrotomie kamen. Die Zeitdauer bis zur Entleerung p. v. n. betrug hier bis zu neun Tagen, abgesehen von dem Fall Brauneck, wo nach drei Monaten das verschluckte Gebiß mittels Zange aus dem Rectum entfernt worden war. In mehreren dieser Fälle wurde als Diät auch Brei, jedoch mit Baumwollfäden vermischt, verordnet, und das Gebiß fand sich dann von Baumwollfäden förmlich umsponnen, im Stuhlgang.

---

[1]) Wölfler und Lieblein, Die Fremdkörper des Magendarmkanals des Menschen.

Aus dem Festungslazarett Kiel-Wik.

Über einen seltenen Fall von Mißbildung der Zehen an beiden Füßen (Syndaktylie und 13 Zehen).

Von

Dr. **Stoppel**, Mar.-Ass.-Arzt d. Res. (Chirurg. Abt. A).

(Hierzu Tafel XIII, Fig. a und b.)

Im folgenden möchte ich kurz über einen beobachteten und behandelten Fall von Zehenmißbildung berichten, der mir seiner Seltenheit wegen der Veröffentlichung wert erscheint.

Am 9. VI. 17 wurde der Matrose R. von der I. Matr.-Division, der am 1. VI. 17 versuchsweise eingestellt war, dem Lazarett überwiesen zwecks Operation seiner Zehenmißbildung, da er keinen Infanteriedienst machen konnte und kein passendes Schuhzeug für ihn vorhanden war.

Es handelte sich um einen sonst vollkommen gesunden, kräftigen, großen 19jährigen Mann.

Der Befund an den Füßen war folgender:

Linker Fuß: Starke Verbreiterung des vorderen Fußes; es finden sich zwei völlig normal gebildete Kleinzehen. Die übrigen Zehen zeigen keine Abweichung von der Norm.

Rechter Fuß: Noch stärkere Verbreitung des vorderen Fußes; es finden sich zwei Kleinzehen, von denen die laterale leicht hammerzehenartig ist; ferner zwei Großzehen, deren Haut miteinander verwachsen ist bis zum Nagel, die Nagelbildung ist doppelseitig.

Die angefertigten Röntgenbilder zeigen folgendes:

Linker Fuß: 6 vollkommen mit Grund-, Mittel- und Endgliedern ausgebildete Zehen, sowie 6 anscheinend normale Mittelfußknochen; die Operation ergab, daß der 5. und 6. gabelförmig am proximalen Ende miteinander verwachsen sind.

Rechter Fuß: 5 Mittelfußknochen; die distalen Gelenkflächen des 1. und 5. sind verbreitert, sie tragen Gelenkflächen für die zwei Grundglieder der zwei Großzehen und die der zwei Kleinzehen.

Die Behandlung bestand in Operation in Chloroformäthersauerstoffnarkose und Blutleere. (21. VI. 17.)

L. wurde die 5. Zehe samt ihrem Metakarpus exstirpiert, die 6. Zehe blieb stehen; der Metakarpus der 5. Zehe war proximal mit dem der 6. verwachsen und wurde mit dem Meißel getrennt vom Metakarpus der 6. Zehe.

R. wurde die laterale Hälfte der doppelten Großzehe im Metakarpophalangealgelenk exartikuliert und ein Teil der lateralen Gelenkfläche des linken Metakarpus abgekniffen; ebenso wurde die laterale Kleinzehe im Grundgelenk exartikuliert und ein Teil der wulstartig verdickten Gelenkfläche des Metakarpus abgemeißelt. — Beiderseits Hautseideknopfnaht. Der Heilungsverlauf war ein glatter. Patient stand am 14. VII. auf, machte Gehübungen, erhielt auf der orthopädischen Abteilung passende Schuhe und wurde am 3. VIII. 17 als df. zum Marineteil entlassen.

Anamnestisch ist noch interessant, daß die Mißbildung in der Familie erblich ist: Sein Vater hat, wie er, links 6 und rechts 7 Zehen, ebenfalls hat sein Großvater mehrere überzählige Zehen gehabt, doch wußte der Patient deren Anzahl nicht anzugeben. — Er selbst hat stets viel Schmerzen beim Gehen und Stehen gehabt, in der Schule und als Schlosserlehrling; Schuhe hat er nie tragen können, sondern ist stets auf Holzkorkeln oder wollenen Pantoffeln gegangen.

Eine neue röntgenologische Darstellung des Schläfenbeines.

Von

Dr. **Konrad Staunig,**

z. Zt. Vorstand der Röntgenabteilung der Klinik Professor v. Haberer, Sekundararzt am Zentralröntgeninstitut Professer Holzknecht in Wien,

und

Dr. **Siegfried Gatscher,**

Assistent der Universitätsohrenklinik Professor Urbantschitsch in Wien.

(Hierzu Tafel XI.)

Die Röntgenstrahlung nimmt unter den Hilfsmitteln, welche wir bei der Untersuchung des Ohres verwenden, bisher eine untergeordnete Stellung ein; der otologische Kliniker sieht sich nur selten veranlaßt, das Röntgenbild zu Rate zu ziehen. Diese Tatsache erklärt sich nicht daraus, daß der Otolog auch ohne Zuhilfenahme des Verfahrens jedem Einzelfalle gerecht zu werden vermag, sehen wir doch, daß in anderen Fächern der Medizin selbst die hochentwickeltste Diagnostik aus der Anwendung der Strahlung Nutzen gezogen hat. Die Ursache liegt u. E. vielmehr darin, daß die röntgenologische Methodik und Technik bisher die erheblichen Schwierigkeiten, welche die Untersuchung des Ohres bietet, noch nicht soweit zu überwinden vermocht hat, daß der Otolog hätte aus dem Röntgenbild wesentlichen Nutzen für seine Arbeit ziehen können.

Die Schwierigkeiten, welche sich der röntgenologischen Untersuchung des Ohres entgegenstellen, sind so wesentlich, daß es sich empfiehlt, sie kurz zu skizzieren; sie liegen zunächst im anatomischen Bau des Organes und in der anatomischen Lage des Schläfenbeines im Schädel. Die dicken Knochenschichten, welche die Weichteile des inneren und mittleren Ohres überdecken, werden kaum jemals die röntgenologische Darstellung der Weichteile des Organs zulassen. Sieht man doch selbst am isolierten Schläfenbein nur in Ausnahmsfällen eine deutlichere röntgenographische Darstellung des Mittelohres und der Knöchelchenkette, bzw. anderer feiner Details.

Die röntgenologische Untersuchung wird sich also im wesentlichen auf die Darstellung des Schläfenbeines zu richten haben. Dazu kommt noch, daß das Organ mit dem Schläfenbein in situ gleichsam als Baustein in den Körper des Schädels eingefügt ist und aus mannigfach sich daraus ergebenden Gründen wenig für die röntgenologische Darstellung geeignet ist. Aus der Lage des Schläfenbeines im Schädel ergibt sich z. B. die Unmöglichkeit, die Platte in unmittelbare Nähe aller zu untersuchender Teile z. B. der Pyramide zu bringen, es ergibt sich daraus die Überlagerung des Organes nicht nur durch die dicken Weichteilschichten des Gehirns, sondern auch die Überlagerung durch die doppelte Knochenschichte der Schädelkapsel. Die Durchstrahlungsrichtungen, welche, wie z. B. die „quere", für die Darstellung des Schläfenbeines zunächst prädestiniert erscheinen, verbieten sich infolge der Überlagerung durch das Schläfenbein der anderen Seite, in anderen Richtungen geschieht die Überdeckung durch Teile der Schädelbasis, des Gesichtsschädels oder durch so dicke Weichteilschichten in derart störender Weise, daß wir zu keinem brauchbaren Plattenergebnis kommen; in gewissen Richtungen wird das Schläfenbein axial in der Verlaufsrichtung der Pyramide projiziert und verhüllt sich deshalb gleichsam in sich selbst, in anderen wieder ist die Verzeichnung so hochgradig, daß die Platte praktisch nicht in Verwendung gezogen werden kann. Aus dem anatomischen Bau und der anatomischen Situation des Schläfenbeines ergeben sich demnach Schwierigkeiten, deren wir nur bis zu einem gewissen Grade Herr werden können. Die röntgenologische Darstellung wird sich deshalb mit einem gewissen, erreichbaren Optimum begnügen müssen.

Um so größere Aufmerksamkeit erfordert die Technik der Untersuchung. In diesem zweiten Punkte läßt sich manches verbessern, vor allem durch die Vermeidung des Verstärkungsschirmes, durch richtige Auswahl der Strahlung, durch optimale Blendung und durch Heranziehung von geeigneten Platten[1]).

Durch ein geeignetes Verfahren läßt sich insbesondere die für die Beurteilung des Bildes notwendige Feinheit in der Detailzeichnung verbessern. Denn ebenso wie die Chirurgie des Ohres im Verhältnis zur allgemeinen Chirurgie eine feine operative Filigranarbeit erfordert, ebenso erfordert die röntgenologische Darstellung eine genaue Filigrandarstellung des Operationsfeldes des Otologen, wenn das Röntgenverfahren zur Klärung der anatomischen Verhältnisse wesentlich beitragen soll.

Den ungünstigen Momenten, welche für die Untersuchung des Schläfenbeines eine Rolle spielen, stehen aber wieder Momente gegenüber, welche der Untersuchung des Schläfenbeines entgegenkommen. Dadurch, daß große Teile des Schläfenbeines von lufthältigen Räumen eingenommen werden, sind uns geradezu ideale Differentierungsmöglichkeiten für das röntgenologische Verfahren gegeben (Knochen — Luft) und wir finden eine weitere Hilfe darin, daß es gelingt, einen Großteil des Systems, nämlich den Processus mastoideus frei zur Darstellung zu bringen und das pneumatische System in seinem Zusammenhang mit der Pyramide zu übersehen.

Seit den Untersuchungen Wittmaaks über die Entstehung des pneumatischen Systems hat auch die Röntgenologie neues Interesse an der Darstellung desselben am Lebenden gewonnen, zumal Wittmaak den Zusammenhang zwischen Pneumatisation und Entzündung unter völlig neuen Gesichtspunkten darstellt. Deshalb soll im folgenden eine von uns seit ca. $1^1/_2$ Jahren zu verschiedenen Zwecken benutzte röntgenologische Darstellung des Schläfenbeines mitgeteilt werden, welche es ermöglicht, beide Seiten getrennt und völlig symmetrisch abzubilden und gerade das pneumatische System des eigentlichen Warzenfortsatzes plattennahe und frei von wesentlicher Vorzeichnung auf die photographische Platte zu bringen.

Technik der Untersuchung.

Bei der Untersuchung des pneumatischen Systems verwenden wir in jedem Falle sowohl die Durchleuchtung, als auch das röntgenographische Verfahren.

I. Die Durchleuchtung

zunächst deshalb, weil wir uns mit ihr im Laufe von wenigen Minuten über wichtige anatomische Verhältnisse, z. B. über die Art des Aufbaues des pneumatischen Systems und unter Benutzung des Vergleiches der beiden Ohrseiten über die groben Züge des vorliegenden pathologischen Prozesses, zu orientieren vermögen. Vor allem aber erlaubt sie uns die Plattenaufnahme des pneumatischen Systems in exakter Weise vorzubereiten. Wir erreichen dies, indem wir beiderseits den Verlauf des Zentralstrahles am Körper des Kranken mit Farbstiftmarken anzeichnen. Ist der Verlauf des Zentralstrahles gekennzeichnet, so sind wir damit in die Lage versetzt, die optimale Darstellung des Proc. mast. und des pneumatischen Systems, die sich bei der Durchleuchtung ergeben hat, durch das röntgenographische Verfahren auf der Platte in exakter Weise festzuhalten.

Wir führen die Vordurchleuchtung in der Weise aus, daß wir den Kranken vor die Durchleuchtungswand auf einen Sessel setzen, derart, daß er auf dem Sessel reitend, das Gesicht der Wand bzw. der Röhre zuwendet und seine Stirne an die Durchleuchtungswand anlehnt. Der Untersuchende setzt sich hinter den Kranken und durchleuchtet bei enger Blende

[1]) Wir benützen mit Vorteil Agfaplatten.

die Regio mastiodea der beiden Seiten und zwar bei einseitigen Erkrankungen vorteilhaft zunächst die nichterkrankte, dann unter Beachtung des Vergleichsbildes die kranke Seite. Es gilt zunächst

I. den Proc. mast. selbst auf dem Schirm zur Darstellung zu bringen und mit Hilfe geeigneter Bewegungen des Kopfes aus dem Bereich der Kopfrundung zu isolieren, ihn in größter Ausdehnung randbildend zu projizieren, so daß er bis an seine Basis frei als Auswuchs des Kopfes in Erscheinung tritt. Dies geschieht am besten auf die Weise, daß man den Kopf des Patienten zunächst während der Durchleuchtung langsam dreht; man umgreift das Schädeldach des Kranken mit der ausgespannten Hand von oben und von der Seite her und dreht, je nachdem man die rechte oder linke Seite untersucht, durch leichten Druck den Kopf langsam nach links bzw. nach rechts bis der Proc. mast. maximal aus dem Kontur der Kopfrundung heraustritt. Der Patient berührt dabei andauernd mit dem Tuber frontale der untersuchten Körperteile die Durchleuchtungswand und findet so an ihr eine Stütze. Mit dieser „Herausdrehung" des Mast. ist aber meistens das Optimum des Durchleuchtungsbildes noch nicht erreicht. Es verdecken den Proc. meistens noch Teile der Schädelbasis, die in sagittaler Richtung vor oder hinter ihm liegen und ihn in seiner Höhe verkürzen. Es ist deshalb notwendig, ausgehend von der Drehstellung des Kopfes eine zweite Bewegung mit dem Kopfe auszuführen und zwar eine Bewegung im Sinne einer Neigung des gedrehten Kopfes nach vorn und hinten um eine horizontale quere Achse; sie befreit den Proc. mast. von den Schatten des Bodens der vorderen und hinteren Schädelgrube und bringt ihn nun bis an die Basis frei zur Darstellung.

II. In dieser Stellung des Kopfes wird nun die Blende weiter verengert und entsprechend dem Mittelpunkte des kleinen Schirmfeldes oder mit dem Orthodiagraphenkreuz die Austrittsstelle des Zentralstrahles aus dem Kopf in der seitlichen Nackengegend und eventuell auch die Eintrittsstelle desselben vor dem äußeren Gehörgang mit Farbstift am Kopf des Patienten durch eine Kreuzmarke bezeichnet.

a) Wir finden den hinteren Punkt (den Austritt des Zentralstrahles aus dem Körper), wie schon erwähnt, in der seitlichen Nackengegend an der Haargrenze, meistens aber noch im Bereich der behaarten Kopfhaut, mitunter auch viel weiter kaudalwärts neben dem 2. oder 3. Dorn der Halswirbelsäule, keineswegs selten aber auch in der Reihe der Dornfortsätze in der Medianlinie oder aber wieder hinter dem Ohr, nahe am Proc. mast. selbst. Die große Verschiedenheit der vorliegenden Verhältnisse wird dadurch angedeutet.

b) Dagegen ist der Eintrittspunkt des Zentralstrahles konstant vor der Mündung des äußeren Gehörganges zu finden; er liegt am Tragus über dem Kiefergelenk. Wir haben unter mehreren hundert Bestimmungen niemals Abweichungen seiner Lage gefunden und verzichten in praxi auf seine Bestimmung während der Durchleuchtung und bezeichnen ihn ohne weiteres an der angegebenen Stelle[1]).

---

[1]) Die durch diese Punkte gelegte Gerade kennzeichnet den Verlauf des Zentralstrahles. Dieser ist nun bei verschiedenen Personen in Bezug auf seine Lage keineswegs so konstant, daß wir imstande wären ohne Zuhilfenahme der Durchleuchtung in jedem Falle einwandfreie Bilder des Proc. mast. in seiner Umgebung einfach unter zahlenmäßiger Angabe der entsprechenden Neigungswinkel herzustellen, so wünschenswert dies an sich wäre. Es erklärt sich dies aus der Lage des Proc. mast. zum Cranium einerseits und in weiterer Hinsicht zur Oberfläche der Weichteile der Nackengegend. Der Proc. mast. ist ein breitbasiger aufsitzender Auswuchs aus einer knöchernen Kugelschale, welche Schläfenbein, Hinterhaupt- und Scheitelbein miteinander bilden. Dementsprechend muß bei seiner Darstellung der Zentralstrahl so verlaufen, daß er eine Tangente zu dem runden Körper bildet und die Oberfläche der Kugelschale im Mittelpunkte der Basis des Proc. mast. berührt. Die richtige Führung dieser Tangente bei Darstellung auf der Platte ist jedoch bei der mannigfach variierenden Schädelform und der Verschiedenartigkeit der Bildung der Hals- und Nackengegend, deren Weichteile der Zentralstrahl durchläuft, nur möglich, wenn sie während der Durchleuchtung empirisch aufgesucht und festgelegt wird.

Hält man sich dagegen an ein Schema und verzichtet auf die Durchleuchtung, so verliert man einmal die Aufschlüsse der Durchleuchtung überhaupt und erhält außerdem in der Projektion verschiedene



III. Die Durchleuchtung der Gegend des Warzenfortsatzes führen wir in derselben Weise in jedem Fall auch an der 2. Kopfseite aus, jedoch unter Beobachtung des Vergleichsbildes mit der anderen Seite.

II. Die Aufnahme.

A) Einstellung und Expositionsbedingungen.

Haben wir die Vordurchleuchtung beendet, so schreiten wir zur Aufnahme; wir wollen die Erinnerungsbilder, die uns von der Durchleuchtung geblieben sind, durch Aufnahmen der beiden Ohrseiten erneuern und den Bereich des Gesehenen womöglich erweitern. Der Patient hat auf jeder Seite in der Hinterkopf- oder Nackengegend eine Farbstiftmarke; sie zeigt uns, wie wir wissen, den Austrittspunkt des Zentralstrahles aus dem Körper an, in einer Stellung des Patienten, bei welcher wir den Proc. mast. in ungedeckter, freier Darstellung sahen; auf diesen haben wir ja bisher unsere Aufmerksamkeit nahezu ausschließlich gerichtet.

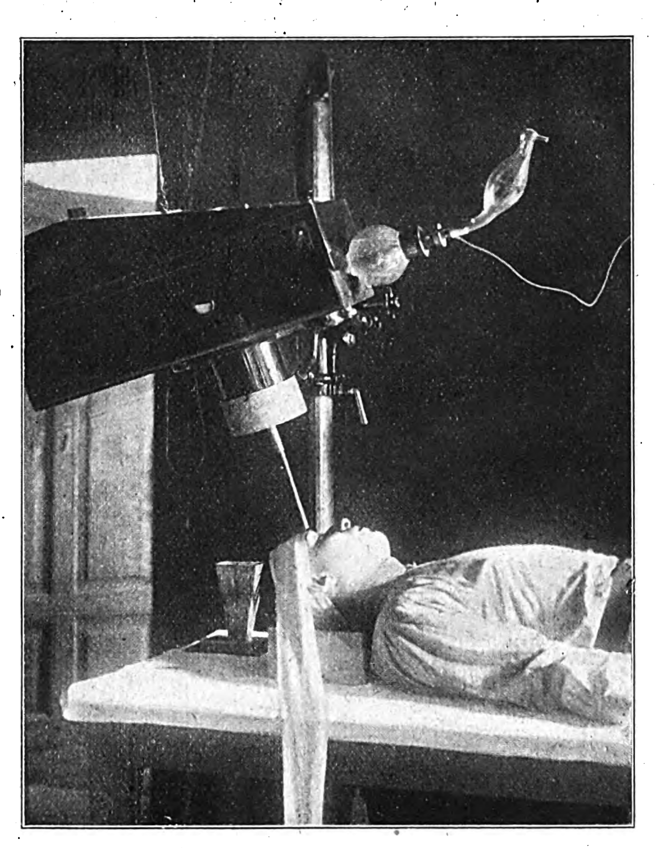


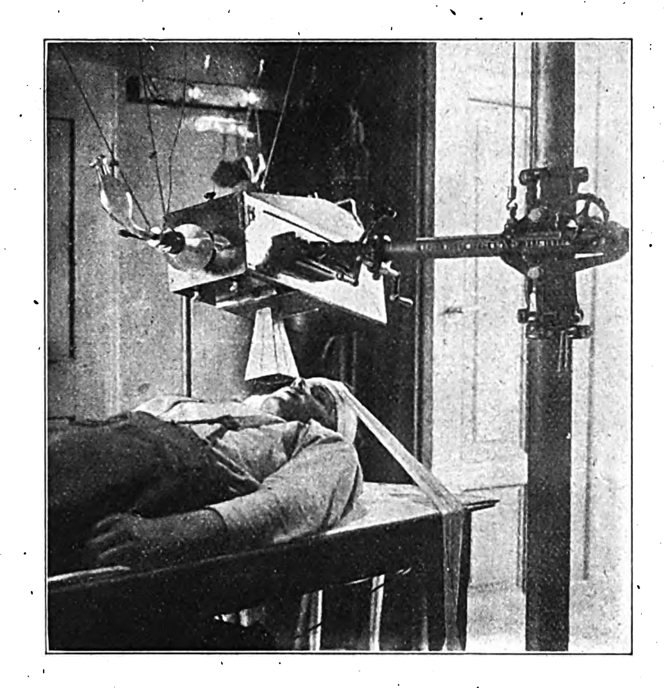
Fig. 1.
Mit Hilfe des Zentralstrahlindex ist die Aufnahme exakt eingestellt.

Wir wissen ferner, daß der zweite Punkt, den wir zur Führung des Zentralstrahles benötigen, beiderseits konstant an der angegebenen Stelle vor dem Gehörgang liegt, und wir bezeichnen nun denselben beiderseits mit einer Farbstiftmarke. Nun ist der Verlauf des Zentralstrahles eindeutig bestimmt und wir verlieren damit die Sorge um die richtige Einstellung der Aufnahme. Wenn wir nun die Platte ebenso an die Nackengegend adaptieren, wie früher bei der Durchleuchtung den Schirm, so müssen wir dasselbe Bild erhalten. Verfolgen wir aber nochmals den Verlauf des Zentralstrahles nach der Lage der Marken, so sehen wir, daß er beiderseits die Weichteile der seitlichen Nackengegend und den Proc. mast. durchzieht; er verläuft von vorne oben und außen nach hinten unten und innen tangential zur Schädelbasis. Unsere Aufnahme ist mithin eine exzentrische Sagittalaufnahme der Schädelbasis und zwar eine anterioposterior-, lateral- und kranialexzentrische. Wir benutzen bei der Exposition eine Platte vom Format 13/18 ohne Verstärkungsschirm. Sie läßt sich wegen ihrer geringen Ausdehnung in überquerter Lage an die Nackengegend gut adaptieren. Der Wegfall des Verstärkungsschirmes nötigt uns zwar, gegenüber einer Aufnahme mit Folie länger zu exponieren und größere Härte der Strahlung zu verwenden — wir können beides zum großen Teil ausgleichen durch höhere Strombelastung der Röhre —, aber er bringt

Bilder, z. T. Überdeckungen des Proc. mast. durch seitlich und hinter oder vor ihm gelegene Knochenpartien. Deshalb erscheint uns die Bestimmung des Zentralstrahlverlaufes mittels der Vordurchleuchtung wichtig, zumal sie sich auf die Festlegung eines einzigen Punktes beschränkt.

uns eine erhöhte Feinheit der Detailzeichnung des Bildes ein und er vermindert die Fehler, die als Folgen der Inkonstanz der Röntgenröhren uns den Vergleich der Aufnahme beider Seiten stören könnten.

Der Kranke wird nunmehr horizontal in Rückenlage auf den Aufnahmetisch gelagert. In dieser Stellung hätte der Zentralstrahl eine beträchtliche Neigung zur Horizontalebene; um diese einzuschränken, wird von der zu untersuchenden Kopfseite her ein Sandsack oder noch besser ein Holzkeil mit einem Keilwinkel von 25° unter den Kopf geschoben und die Platte überquert auf ihn gelegt. (Der Keil trägt vorteilhaft in der Nähe seines schmalen Endes eine Leiste, die das Abgleiten der Platte verhindert.) Der Zentralstrahl geht nun einerseits steiler auf die Horizontalebene herab, er hätte aber noch eine zweite Neigung gegen die laterale Seite; wir gleichen auch sie in ihrem Übermaße durch eine leichte Drehung des Kopfes gegen die entgegengesetzte Ohrseite aus. Die Platte wird nun der seitlichen Nackengegend gut adaptiert. Ihr lateraler Rand schneidet mit dem lateralen Ohrrand ab, der obere Rand soll einen Querfinger über dem oberen Ohrrand stehen, wenn wir die Situation von oben besehen. Sie bildet mit der Tischebene einen lateralwärts offenen spitzen Winkel von 25°. Der Kopf wird durch die Robinsonsche Schlitzbinde fixiert und der Zentralstrahl der Röhre in die Zentralstrahllinie, welche durch die zwei Markierungspunkte gegeben ist, eingestellt. (Mit Hilfe eines Zentralstrahlindex, der jedem Blendentubus aufgesetzt werden kann und aus einem Blechzylinder und einem Holzstab besteht, gelingt dies leicht.) Nunmehr sehen wir, daß der Zentralstrahl von der Senkrechten nur wenig abweicht; er ist etwas kranial und lateralwärts geneigt. Auf gute Abblendung ist volles Gewicht zu legen; wir benützen eine Haudekblende (Pyramidenstumpfblende). Nun wird womöglich bei angehaltenem Atem exponiert.



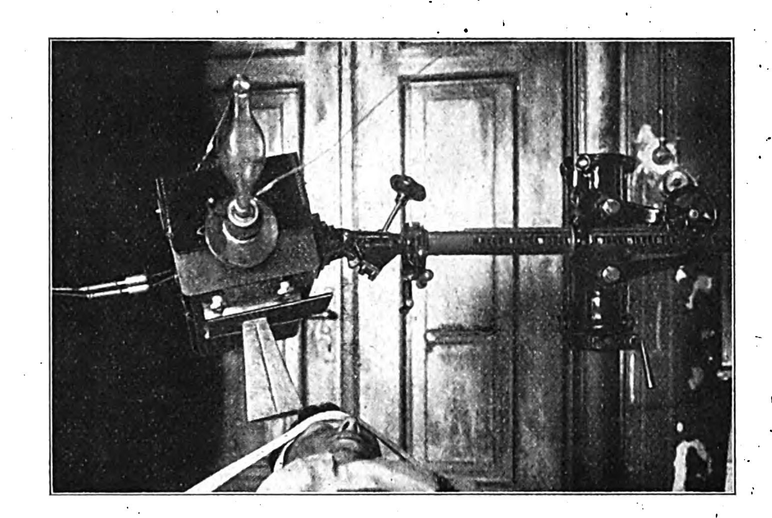


Fig. 2 und Fig. 3.
Die Einstellung unmittelbar vor der Exposition; die Pyramidenblende ist eingesetzt.

Expositionsregel.

a) exakte Regel.

Milliampere-Sekunden	Prüfhärte in Wehnelt-Einheiten bei 2—3 M.A. Belastung, wenn bei der Aufnahme eine Belastung angewendet wird von		
	1—10	11—20	21—30
300	8	7,5	7

b) approximative Regel.

sowie	Härte	Zeit
Schädel occipitofrontal mit ! Verstärkungsschirm	etwas härter	$4^1/_2$ fach

B) Anatomische Orientierung.

Zu diesem Zwecke haben wir bei gleicher Führung des Zentralstrahles anatomische Orientierungsaufnahmen hergestellt und die einzelnen Teile des Bildes durch Bezeichnung und Markierung der Einzelheiten des Skelettes durch Bleimarken, Drähte, Bleistaub und Bariumbeschläge am Skelettschädel identifiziert. Es erscheint auf der Platte der hintere untere und laterale Anteil des Schädels; aus ihm tritt kegelförmig der Proc. mast. frei hervor. Quer über die Platte breitet sich der Schatten der Pyramide in Form eines mit seiner schmalen Seite medial gerichteten Oblongums aus; es wird hier von der hoch aufgerichteten Sattellehne begrenzt. Proc. mast. und Pyramide erscheinen durch die pneumatischen Räume aufgehellt als ein zusammenhängendes Ganzes. Über dieses einheitliche Gebilde verläuft in querer Richtung ein geleisförmiger Schatten; dieser Geleisschatten grenzt Pyramide und Mastoideus voneinander ab. Er entspricht den Teilen des Hinterhauptbeines, welche die hintere Schädelgrube der untersuchten Seite bilden. Entsprechend der Tabula interna und externa bildet er eine doppelte Linie und wir können ihn gegen die mediale Seite in die sich verschmälernden Teile der Schädelbasis, gegen die laterale Seite in den Randstreifen des Bildes, die Tangentialprojektion der Schädelkapsel verfolgen. Hier in diesem Randstreifen sind Schläfen-, Hinterhaupt- und Scheitelbein in der Gegend der drei Nähte: Sutura parietomastoidea, occipitomastoidea und lambdoidea tangential getroffen.

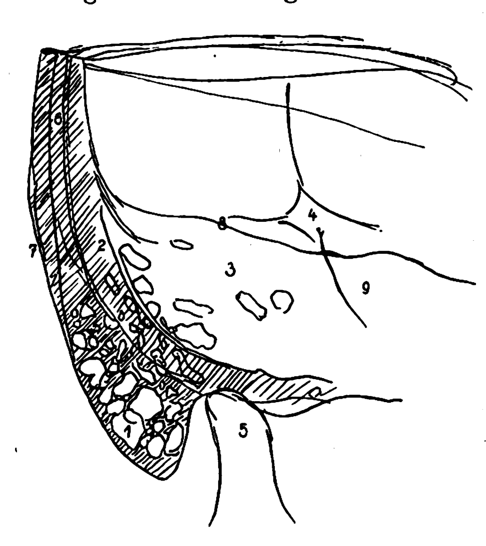


Fig. 4.

1. Lufthältige Räume des Proc. mast.
2. Geleitschatten.
3. Pyramide.
4. Eminentia cruciata.
5. Köpfchen des Unterkieferastes
6. Schläfenbeinschuppe.
7. Naht.
8. Obere Pyramidenkante.
9. Felsenbein.

(Wenn wir später von der „Naht“ sprechen, so verstehen wir darunter die Vereinigungsstelle der drei angeführten Nähte und insbesondere die Sut. parietomastoides. Auch in dieser Gegend bilden sich mitunter lufthaltige Räume, die zum System gehören, ab.)

Die anderen Gebilde der Schädelbasis, die exzentrisch getroffene Mitte des Os occipitale

mit der Emminentia cruciata und ihre zum Foramen occip. magnum ziehende mediane Leiste, ferner der Sinus transversus treten — je nach ihrer Ausbildung — mehr oder weniger deutlich in Erscheinung; medialwärts vom Warzenfortsatz sieht man das Köpfchen des Unterkieferastes mit einem Teil des Gelenkes, unmittelbar über dem Geleisschatten liegt der Sinus sigmoideus als breite Aufhellung.

Die Pyramide und mit ihr das pneumatische System wird von der Strahlung annähernd senkrecht zu seiner Längsausdehnung getroffen, kommt also auch in ganzer Länge zur Darstellung. Der Proc. mast. erscheint in Detaildarstellung, gegen die medialen Pyramidenteile hin nimmt die Schärfe der Darstellung gleichmäßig mit der zunehmenden Dicke der Skeletteile, der größeren Entfernung von der Platte und dem Spärlicherwerden der pneumatischen Räume überhaupt ab. Zuletzt verschwinden dort die lufthaltigen Räume ganz und machen dem dichten Schatten des Felsenbeines Platz. Bei der Aufnahme am Lebenden kommt weiterhin die Überlagerung durch die schnell zunehmende Dicke der Weichteilschichten hinzu; immerhin bleibt uns aber der Überblick über das System erhalten, und wir können, abgesehen von der Detaildarstellung des Mastoideus, Veränderungen im ganzen oder in einzelnen Gebieten und ihren Grad auch im Bereich der Pyramide entnehmen, können den Luftgehalt beurteilen, insbesondere mit Rücksicht auf das uns zur Verfügung stehende Vergleichsbild der anderen Seite.

Was die Lokalisation der Teile des Ohres selbst betrifft, so konnten wir ermitteln, daß sich die Mündung des knöchernen Gehörganges auf die Mitte der Basis des Proc. mast. projiziert; die Paukenhöhle ist im zentralen Anteil der Pyramidenprojektion zu suchen, die Gegend des Antrum in den lateralen oberen Anteil der letzteren, der Kuppelraum (Attik), Rec. epitympan. und die Tube liegen in unmittelbarer Nähe der Paukenhöhle, der Kuppelraum nach oben, die Tube medialwärts von derselben. Beim Lebenden differentieren sich diese Teile voneinander jedoch nicht.

Aus der Medizinischen Universitätsklinik Marburg (Direktor: Professor von Bergmann).

Über das Verhalten des Magens gegen Ende der Schwangerschaft und nach der Geburt.

Von

Dr. v. **Schubert**, Assistent der Klinik.

Wilhelm His[1]) hat in einer Abhandlung über Form und Lagerung des menschlichen Magens, die sich auf Abgüsse von mit Formalin gehärteten Leichen stützt, auch einige Beobachtungen über den Magen in verschiedenen Monaten der Schwangerschaft (im ganzen 6 Fälle) gebracht, ebenso wie schon vorher durch Luschka und Braune teils an Gefrierschnitten, teils bei den Sektionen an Hingerichteten und Verunglückten auf diesen Punkt das Augenmerk gerichtet worden war.

Nach der Einführung der Röntgenuntersuchung wurde es möglich, an der Lebenden die Form, Lagerung und das motorische Verhalten des Magens genauer zu beobachten, wodurch man einen Einblick bekam in das Verhalten des Magens während der Vergrößerung der Gebärmutter.

Andererseits ist als „maternelle Gastroptose" ein Zustand des Magens nach wiederholten Geburten mit Resitsenzverminderung der Bauchdecken beschrieben worden.

Es lag nun nahe, nicht nur das augenblickliche Verhalten des Magens in einem ge-

[1]) W. His sr., „Studien an gehärteten Leichen über Form und Lagerung des menschlichen Magens" Arch. f. Anat. u. Physiolg. 1903/345.



gebenen Zeitpunkt der Schwangerschaft oder des Wochenbetts festzustellen, sondern es schien von einem bestimmten Gesichtspunkt aus wissenswert, wie ein und derselbe Magen sich verhalten würde erst in den letzten Monaten der Schwangerschaft, und dann nach der Entbindung bei dem so vollkommen geänderten Zustand der Raumverteilung, der Bauchdeckenspannung, sowie der zu leistenden Arbeit und wohl auch des Tonus der Innervation.

Nach dem Vorgang Forssells[1]) hat man ja für die Form und Lagerung des Magens vor allem Kräfte verantwortlich gemacht, die im Magen selbst liegen, so vor allem die Tätigkeit der Muskelelemente der Magenwand, deren anatomische Anordnung von Forssell genauer beschrieben wurde, weiter deren Angreifen an den sogenannten Fixierungspunkten des Magens — vor allem in der Gegend der Kardia und andererseits am Duodenum —, dann die Belastung des Magens durch seinen Inhalt, die verschieden wirkt je nach aufrechter Stellung, Bauchlage, Rückenlage, rechter oder linker Seitenlage.

Dem vereinten Wirken dieser Kräfte wird von Forssell die Fähigkeit zugeschrieben, nunmehr dem Magen immer eine solche Form und Stellung zu geben, daß er an der Unterlage, im gewöhnlichen Falle „dem Darmkissen", ein geeignetes Widerlager findet. Gerade in dieser Möglichkeit, den Magen aktiv den verschiedensten Bedingungen des Raums, des Inhaltsdrucks und der Bauchdeckenspannung anzupassen, sieht Forssell das Walten eines wunderbar in den kleinsten Einzelheiten regulierten Mechanismus, den er durch die typische Architektur des Magens erklärt.

Nach seiner Auffassung ist nicht, wie es zunächst scheinen könnte, „der Wechsel das Beständige" der Magenform, sondern es gilt hinter den gesetzmäßig wechselnden Formen die beständige Einheit des strukturell fixierten Magenbaues zu erkennen.

Im Zusammenhang mit Überlegungen über das Verhalten des Magens bei veränderten Raum- und Druckverhältnissen im Bauch bei Geschwülsten und Aszites bot sich nun das Studium der Magenverhältnisse unmittelbar vor und nach einem Wochenbett, als in beider Richtung einen Grenzfall darstellend, als besonders lehrrreich dar.

Im folgenden werden von den einzelnen Fällen zunächst die Umrisse des Magenschattens abgebildet und beschrieben, sodann soll versucht werden, das Gemeinsame zusammenzufassen und zu prüfen, ob unter dem oben dargelegten Gesichtspunkt eine gewisse Gesetzmäßigkeit aufgefunden werden kann.

Zur Technik sei bemerkt, daß nach Möglichkeit Frauen ausgesucht wurden, welche vor und während der Schwangerschaft, sowie nach der Entbindung völlig frei von Magenbeschwerden waren, so daß die Fälle als physiologisch normale anzusehen sind, da ja das Verhalten eines normalen Magens unter den veränderlichen Verhältnissen der Umgebung studiert werden sollte. Außerdem kamen aber zwei Fälle zur Beobachtung, welche während der Schwangerschaft an Erbrechen gelitten hatten, das nach der Entbindung aufhörte. Im übrigen waren auch diese beiden Frauen vor ihrer Schwangerschaft immer ganz frei von Magenbeschwerden gewesen.

Alle Untersuchungen wurden im Stehen vorgenommen, nachdem jedesmal dieselbe Kontrastspeise, nämlich 500 g Baryumbrei, gegessen worden war. Die Aufnahmen erfolgten teils in dorso-ventraler Richtung, teils von rechts nach links. Zur Bestimmung der Höhenlage wurde ein Draht benutzt, der dem linken Rippenbogen entlang befestigt wurde; außerdem wurde möglichst die Darmbeinschaufel sowie die Zwerchfellkuppe und der Herzschatten zur Darstellung gebracht. Von einer besonderen Nabelmarke wurde abgesehen, da der Nabel selbst seinen Platz ja nach der Entbindung stark verändert.

Bezüglich des Zeitpunktes der Schwangerschaft wurden der 9. und 10. Monat bevorzugt, während die Aufnahmen nach der Entbindung in den ersten Wochen nach der Geburt gemacht wurden. Es wurden vorwiegend schlanke, junge Erstgebärende gewählt, bei welchen die Ein-

[1]) Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen, Ergänzungsband 30.

wirkungen der Geburt auf die Bauchorgane am bedeutendsten erwartet werden konnten. Bezüglich der Benennung der Magenabschnitte wurde die Nomenklatur nach Forssell benutzt.

Fall I (Margarete L.), 26 Jahre, I para, Figur mittel, niemals Magenbeschwerden.

Fig. 1 (im 10. Schwangerschaftsmonat, dorso-ventral). Der Magen im ganzen hat den Typus der Stierhornform. Der Pylorus ist der tiefste Punkt, es besteht keine Hubhöhe. Der Pylorus hat eine sehr bedeutende Rechtsdistanz. Der Tonus des Magens im ganzen ist gut, der Inhalt wird gut umschlossen und getragen, die peristolische Funktion ist also intakt. Die Magenblase ist von normaler Größe, queroval, es ist keine abnorme Sekretschicht in Form einer Intermediärzone zu erkennen.

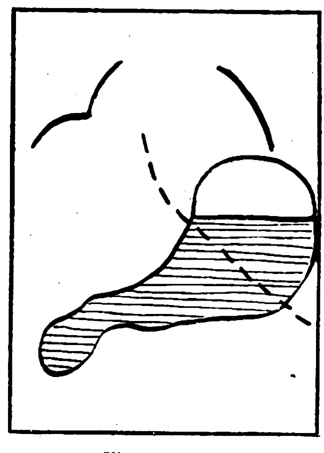


Fig. 1.



Fig. 2.

Fig. 2 (nach der Entbindung, dorso-ventral). Noch immer Stierhorntypus, Pylorus noch ebensoviel Rechtsdistanz, nicht wesentlich tiefer gerückt. Durch bedeutendes Tiefertreten der Magentasche ist der Pylorus aber nun nicht mehr tiefster Punkt, sondern es besteht eine deutliche Hubhöhe, der Canalis egestorius hat seine Richtung genau umgekehrt: während er vorher von oben nach unten verlief, zeigt er jetzt eine aufsteigende Richtung. Die umschließende Funktion des Magens ist wieder gut, im Fornix kleine, quer-ovale Luftblase, keine Intermediärschicht. Als Zeichen der guten Funktion der Muskulatur an der großen und kleinen Kurvatur deutliche peristaltische Wellen sichtbar. (Profilbilder fehlen in diesem Fall.)

Fall II (Johanna Z.), 34 Jahre, I para, Figur breit, im Anfang der Schwangerschaft etwas Sodbrennen, sonst niemals Magenbeschwerden.

Fig. 3 (im 9. Schwangerschaftsmonat dorso-ventral). Magen im ganzen typische Stierhornform. Pylorus ziemlich weit rechts. Leistung der Magenmuskulatur gut, wie aus peristaltischen Wellen und der guten peristolischen Funktion zu erkennen ist. Im Fornix mäßige quer-ovale Gasblase. Körper, Tasche und Kanal ziemlich in einer ununterbrochenen Linie, Pylorus tiefster Punkt, keine Hubhöhe.

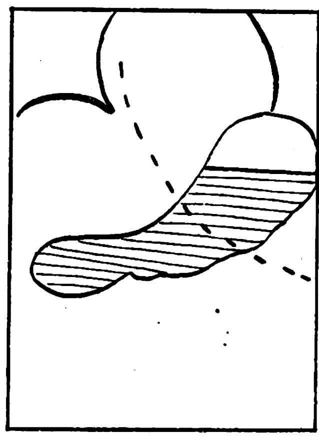


Fig. 3.

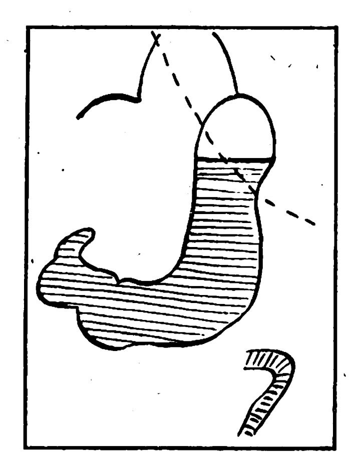


Fig. 4.

Fig. 4 (nach der Entbindung, dorso-ventral). Im ganzen entschieden Angelhakentypus. Gute Peristole: kleine längs-ovale Gasblase im Fornix, Magenkörper und Tasche überall gleich weit, keine Intermediärschicht, peristaltische Wellen an den Kurvaturen sichtbar. Pylorus jetzt wieder ziemlich weit rechts, ungefähr am alten Platz; durch Tiefertreten der Magentasche und eines Teils des Körpers jetzt nicht mehr tiefster Punkt, der Magen hat eine nicht unbedeutende Hubhöhe bekommen. (Profilbilder fehlen in diesem Falle.)

Fall III (Anna L.), 23 Jahre, II para, Figur schlank, hat bei beiden Schwangerschaften in der zweiten Hälfte viel gebrochen, besonders vormittags.

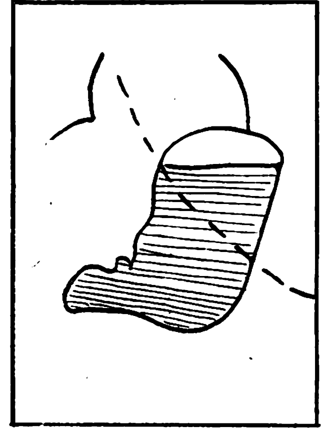


Fig. 5.

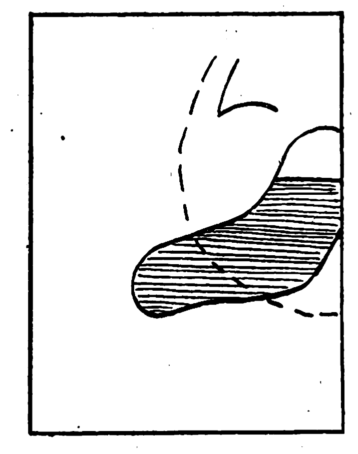


Fig. 6.

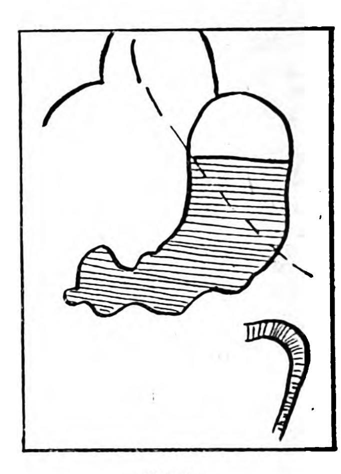


Fig. 7.

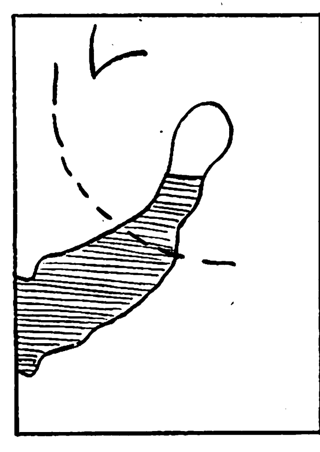




Fig 8.

Fig. 5 (im 10. Monat dorso-ventral). Pylorus wenig Rechtsdistanz. Canalis egestorius kurz, Magenkörper und Tasche kurz und gedrungen. Umschließung des Inhalts ziemlich gut, keine Intermediärschicht, kleine quer-ovale Luftblase.

Fig. 6 (gleichzeitiges Profilbild). Auch hier gute Peristole zu erkennen, Magen verläuft im ganzen stark schräg von hinten oben nach vorne unten. Die Rippenbogenlinie schneidet zwischen den oberen drei Vierteln und dem unteren Viertel des Magens durch.

Fig. 7 (nach der Entbindung dorso-ventral). Pylorus ungefähr am alten Platz, Magen im ganzen deutlich länger und schlanker, da der Magenkörper mehr nach links getreten ist. Dadurch anscheinende Verlängerung des Canalis egestorius. Pylorus ist tiefster Punkt geblieben, keine Hubhöhe. Sehr gute Peristole, kleine quer-ovale Luftblase im Fornix, lebhafte Peristaltik an den Kurvaturen, keine Intermediärschicht.

Fig. 8 (gleichzeitiges Profilbild). Magen verläuft im ganzen immer noch auffallend schräg von hinten oben nach vorne unten. Der Rippenbogen schneidet jetzt das oberste Viertel von den unteren drei Vierteln ab, da die Magentasche nicht so sehr tiefer getreten, als nach vorne heraus gerückt ist. Auch hier gute Umschließung des Inhalts, kleine Luftblase, einige peristaltische Wellen zu sehen.

Besonders hingewiesen sei in diesem Falle auf das Erbrechen in beiden Schwangerschaften, obwohl der Magen keine sehr bedeutenden Verdrängungserscheinungen aufweist und er einen gesteigerten Tonus eher annehmen läßt, als einen verminderten.

Fall IV (Else L.), 21 Jahre, I para, Figur schlank. Früher nie magenleidend. Im Anfang der Schwangerschaft Erbrechen, in den letzten 6 Wochen viel Magenschmerzen, besonders nach dem Essen, auch nachts. Viel saurer Geschmack im Munde, nach der Entbindung Besserung all dieser Beschwerden.

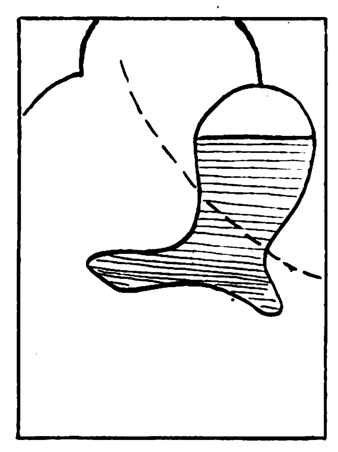


Fig. 9.

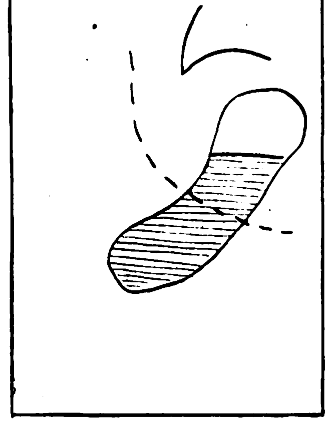


Fig. 10.

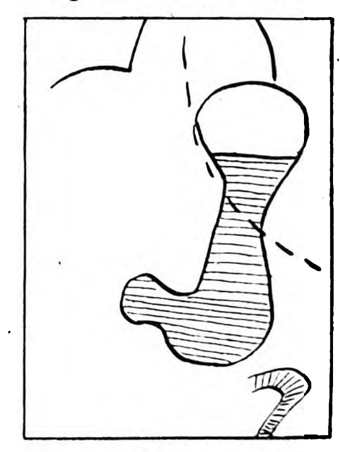


Fig. 11.

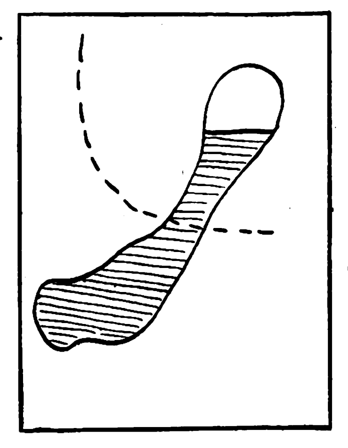

Fig. 12.

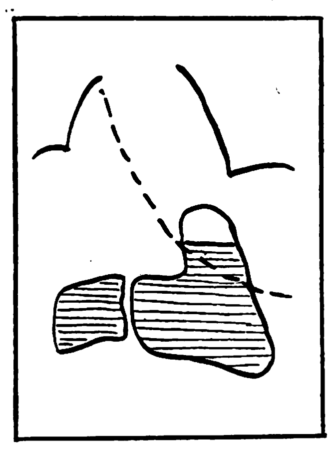
Fig. 9 (im 10. Monat dorso-ventral). Erscheinung des Magens im ganzen sichtlich stark beeinflußt durch den Uterus, dem er sich geradezu anschmiegt. Die große Kurvatur zeigt einen deutlichen Knick, die Umbiegungsstelle hängt beutelförmig nach links außen herunter. Dabei Umschließung des Inhalts mangelhaft, ziemlich große quer-ovale Luftblase, keine Intermediärschicht. Die Kurvaturen haben Neigung, nach oben auseinander zu weichen, der Magen im Bereich des Corpus wird immer breiter. Magen im ganzen zur Hälfte oberhalb des Rippenbogens, wie auch deutlich zu erkennen ist auf

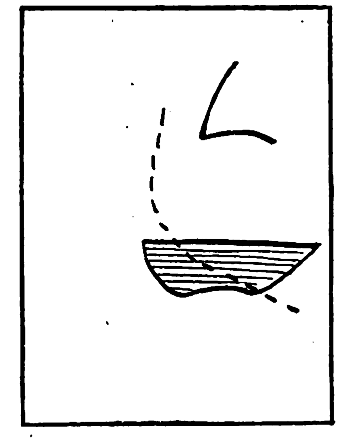
Fig. 10 (gleichzeitiges Profilbild). Auch hier mäßig gute Umschließung des Inhalts, ziemlich große Luftblase.

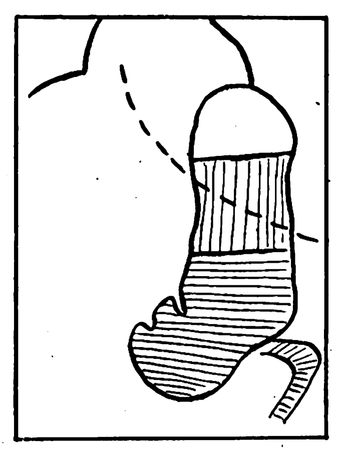
Fig. 11 (nach der Entbindung dorso-ventral) und

Fig. 12 (gleichzeitiges Profilbild) zeigen nach der Entbindung ein sehr bedeutendes Tiefertreten des ganzen Magens, auch der Pylorus selbst hat seinen Platz im Verhältnis zum Rippenbogen viel tiefer. Magen im ganzen zu drei Vierteln unterhalb des Rippenbogens. Die Kurvaturen haben Neigung, im Bereich des Corpus zusammenzufallen, die Luftblase im Fornix hat keulenförmige Gestalt, ist ziemlich groß. Man sieht keine peristaltischen Wellen, der Magen im ganzen macht einen ziemlich passiven Eindruck, was auch beim Profilbild deutlich hervortritt. Es besteht also bei einem Magen, der während der Schwangerschaft viel Beschwerden gemacht hat, ein sich gleich bleibendes Bild von Passivität und Atonie vor und nach Entbindung.

Fall V (Frau Di.), 24 Jahre, I para, Figur breit, niemals Magenbeschwerden.


Fig. 13.


Fig. 14.


Fig. 15.

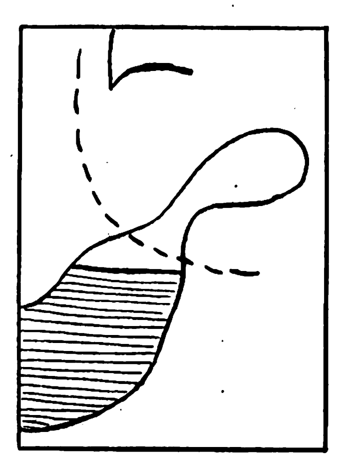

Fig. 16.

Fig. 13 (im 10. Monat dorso-ventral). Magen im ganzen wieder der Kuppel des Uterus angeschmiegt. Magenkörper winklig abgeknickt, die Umbiegungsstelle der großen Kurvatur hängt am Uterus links außen herunter. Magenhöhe auffallend gering, die ganze Raumausdehnung in die Breite entwickelt. Eine breit durchschneidende Lücke im horizontalen Magenanteil scheint dem augenblicklichen Verschluß des Canalis egestorius gegen den Sinus ventriculi, oder mit anderer Nomenklatur, dem Sphincter antri zu entsprechen; der Pylorus ist wohl an der rechten Begrenzung des Schattens anzunehmen, wo eine breite scharfrandige Linie seine Absetzung gegen das Duodenum bedeuten dürfte.

Fig. 14 (gleichzeitiges Profilbild). Besonders deutlich die Anordnung der Kontrastmasse wie in einer offenen Schüssel. Von einer peristolischen Funktion, einem Tragen der Inhaltmassen durch die Magenwände, ist keine Rede. Sehr breites horizontales Niveau, die Luftblase aus technischen Gründen nicht darstellbar.

Fig. 15 (nach der Entbindung, dorso-ventral). Pylorus im Verhältnis zum Rippenbogen um vieles tiefer getreten, er steht unterhalb der Verbindungslinie der Darm-

beinkämme. In der Gegend des Antrum wieder deutliche peristaltische Einschnürung. Sehr breite Intermediärschicht, die die ganze Höhe des Magenkörpers einnimmt. Der Brei hat sich im wesentlichen in die Gegend der Magentasche zusammengedrängt. Ein gleiches

Fig. 16 Verhalten zeigt das Profilbild, an welchem auch sehr deutlich das Tiefertreten des ganzen Magens in Erscheinung tritt, von dem jetzt $^3/_4$ unterhalb des Rippenbogens liegen, während vorher nur $^1/_3$ sich dort befand. Lange, keulenförmige Luftblase, Zusammensacken der Kontrastmasse nach unten, Magenwände ganz passiv.

Wir haben hier also einen in der Schwangerschaft deutlich atonischen und passiven Magen, der nach der Entbindung besonders stark einschließlich des Pylorus nach unten fällt und auch jetzt seinen mangelhaften Tonus kundgibt. Dabei bezeichnenderweise niemals Magenbeschwerden.

Fall VI (Anna Hi.), 23 Jahre, I para, Figur schlank, niemals Magenbeschwerden.

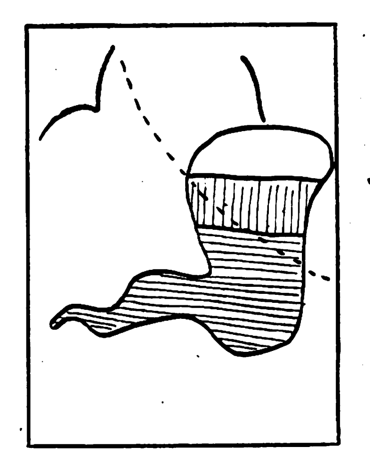



Fig. 17.

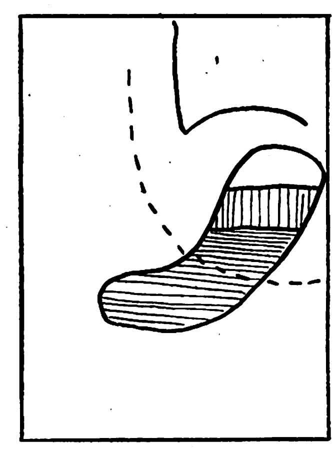


Fig. 18.

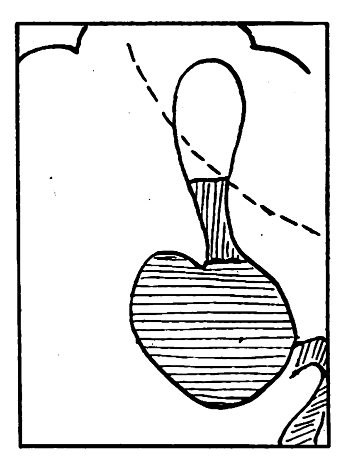


Fig. 19.

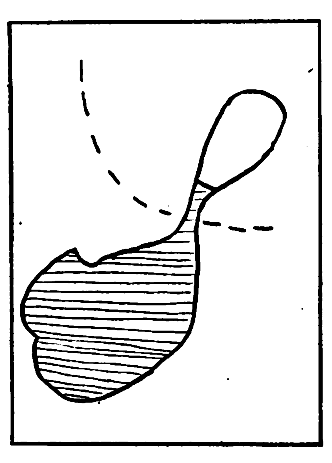


Fig. 20.

Fig. 17 (im 10. Monat dorso-ventral). Magen legt sich wie ein vollkommen haltloser Sack der Kuppel des Uterus an, die große Kurvatur ist wieder stark eingebuchtet, ihre Umbiegungsstelle hängt bruchsackartig links vom Uterus herunter. Im Bereich des Körpers weichen die Kurvaturen stark nach oben auseinander, es besteht eine breite Intermediärschicht und eine große quer-ovale Luftblase. Von peristaltischen Wellen ist nirgends etwas zu sehen. Der Pylorus hat eine bedeutende Rechtsdistanz, er ist ungefähr in gleicher Höhe mit der unteren Hälfte der großen Kurvatur, er liegt sichtlich passiv auf dem Uterus.

Fig. 18 (gleichzeitiges Profilbild) läßt ebenfalls einen stark atonischen Magen erkennen mit hoher Intermediärschicht, großer Luftblase ohne peristaltische Wellen an den Konturen. In beiden Figuren mindestens die Hälfte des Magens oberhalb des Rippenbogens.

Fig. 19 (nach der Entbindung dorso-ventral). Der Magen zeigt alle klassischen Zeichen der Atonie und Ptose: kaudaler Pol weit unterhalb des Darmbeinkammes, auch die Stelle des Pylorus im Verhältnis zum Rippenbogen erheblich tiefer als im letzten Bilde. Die Kontrastspeise hat sich in der Magentasche zu einem kugeligen Gebilde zusammengeballt, darüber steht im Bereich des Korpus eine hohe Intermediärschicht, an deren Begrenzung die Kurvaturen fast zusammenfallen. Der Fornix von länglicher, keulenförmiger Luftblase aufgetrieben. Ebenso in

Fig. 20 (gleichzeitiges Profilbild). Deutliches Bild der Atonie und Ptose; auch hier längliche, keulenförmige Luftblase im Fornix; im Bereich des Korpus Zusammenfallen der Magenwände fast bis zur Berührung, Heruntersacken der Kontrastmasse ausschließlich in die Magentasche. An den beiden letzten Bildern liegen mehr als $^3/_4$ des Magens unterhalb des Rippenbogens.

Fall VII (Anna Fi.), 24 Jahre, II para, schlanke Figur, niemals Magenbeschwerden.

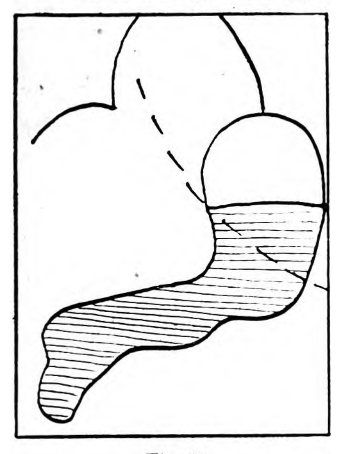


Fig. 21.

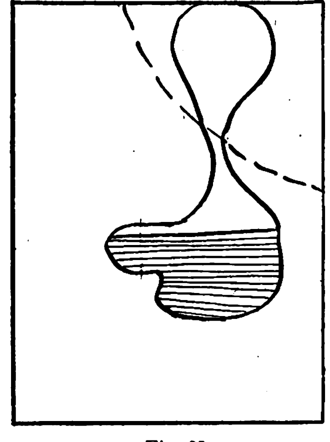


Fig. 22.

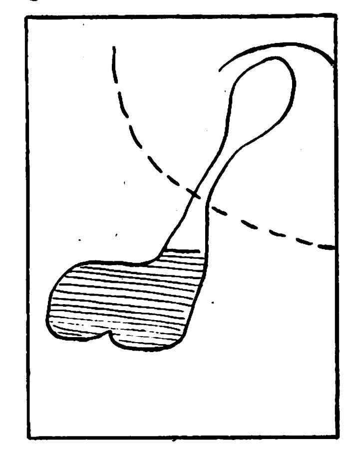


Fig. 23.

Fig. 21 (im 10. Monat dorso-ventral). Pylorus tiefster Punkt, auffallend viel Rechtsdistanz, im Verhältnis zum Rippenbogen ziemlich tiefstehend. Die Ringmuskulatur ist gut kontrahiert, der Magen bietet fast den Anblick eines Darmes, wie er sich über die Wölbung des Uterus hinzieht. Die Längsmuskulatur vielleicht nicht ebenso gut, da der Uterus den Magen von unten her eindellt. Große, längsovale Luftblase, geringe peristaltische Wellen sichtbar.

Fig. 22 (nach der Entbindung dorso-ventral). Der Magen im ganzen atonisch und ptotisch. Der Pylorus ist stark nach links gerückt im Verhältnis zur vorigen Aufnahme. Er steht wieder sehr tief. Die Luftblase sehr groß, keulenförmig. Die Magenwände im Bereich des Korpus stark zusammengefallen, der Brei in einem großen horizontalen Niveau im Bereich der Magentasche angehäuft.

Fig. 23 (nach der Entbindung, Profil) zeigt dasselbe atonisch-ptotische Verhalten sehr deutlich.

Außer diesen sieben Fällen wurden noch vier weitere beobachtet, von denen aber nur die auffallendsten Bilder am Schlusse kurz gebracht werden sollen, da durch Ausbleiben der Patientinnen die Bilder nach der Entbindung nicht gewonnen werden konnten, so daß ein Vergleich der Magenform vor und nach der Entbindung nicht möglich ist.

Aber auch die eben beschriebenen Fälle scheinen zu genügen, um allgemeinere Schlußfolgerungen daraus zu ziehen, da neben fünf in Bezug auf den Magen beschwerdefreien Patientinnen auch zwei mit Störungen des Magens während der Schwangerschaft herangezogen wurden, und da die Fälle wie in einer Stufenleiter die verschiedensten Formen des Magens bezüglich seines muskulären Verhaltens zur Darstellung bringen. Die Reihenfolge der Darstellung ist so gewählt, daß auf die Fälle von mehr männlichem Typus mit gutem Tonus nach einem Übergang auf Fälle mit mehr passivem Verhalten schließlich solche Fälle folgen, in denen der Magen sich anscheinend wie ein lebloser Sack den Verhältnissen der Außenwelt anpaßt.

So verschieden die Fälle also unter sich sind, so tritt doch in jedem einzelnen Fall für sich mit überraschender Deutlichkeit die Tatsache hervor, daß das Verhalten des Magens gegenüber den großen Änderungen in der Bauchhöhle zum größten Teil vom Grade seiner eigenen muskulären Aktion abhängt. Die Mägen, die in unserer Reihe zuerst kommen, ließen bereits in der Schwangerschaft einen guten Tonus der Muskulatur und eine straffe Befestigung an den Fixationspunkten erkennen und bewahrten diese ihre Haltung auch nach den großen Umwälzungen im Bauche. Die Fälle, die in die Mitte gestellt wurden, zeigten dann trotz weitgehender Beeinflussung ihrer Form während der Schwangerschaft noch immer ein befriedigendes muskuläres Verhalten, welches dann nach der Entbindung, wenn auch in modifizierter Form, wieder zu beobachten war.

Schließlich ließen die Fälle am Schlusse unserer Reihe schon während der Schwangerschaft erkennen, daß sie sich mehr wie leblose Körper den Veränderungen der Umgebung anpaßten, und zeigten dementsprechend nach der Entbindung ein Nachlassen in jenen muskulären Funktionen, welches durchaus schon in das Reich des Pathologischen gehört, wenn auch bekanntlich Ptose und Atonie Beschwerden zumeist nicht veranlassen, solange die Entleerungszeit des Magens halbwegs normal bleibt.

Eine gewisse Ausnahmestellung hat der Fall VII inne, von dem nach seinem Verhalten in der Schwangerschaft eigentlich mehr Haltung im Wochenbett hätte erwartet werden dürfen. Vielleicht darf man hier den schon während der Schwangerschaft auffallend tiefen Stand des Pylorus als Erklärung mit heranziehen, da ein solch ausgesprochener Langmagen schon an sich es schwer hat, seinen Inhalt zu tragen und in einem solchen Falle dann eben doch die Änderungen in der Bauchhöhle genügen, das labile Gleichgewicht der Kräfte zu stören und den Übergang in die Ptose und Atonie herbeizuführen.

Was also mit dieser Untersuchung gezeigt werden sollte, hat sich mit voller Deutlichkeit bestätigt: ganz entsprechend den Anschauungen Forssells trägt jeder Magen das Gesetz seines Verhaltens in sich selbst, indem der Magen mit gutem neuromuskulären Apparat auf dieselbe Änderung der Raumverteilung und der Druckverhältnisse anders reagiert als der Magen mit schlechtem neuromuskulären Apparat.

Es konnte also mit der Schärfe eines Experiments gezeigt werden, daß bei den gewaltigen Änderungen im Bauche nicht so sehr die äußeren Umstände das Verhalten des Magens beeinflussen, als die Aktion seiner Muskulatur, in deren architektonischem Aufbau Forssell uns eine Brücke vom anatomischen zum physiologischen Verständnis gebaut hat.

Zum Schlusse seien noch drei Fälle beschrieben, die bereits in ihrem Verhalten vor der Entbindung besonderes Interesse geboten.

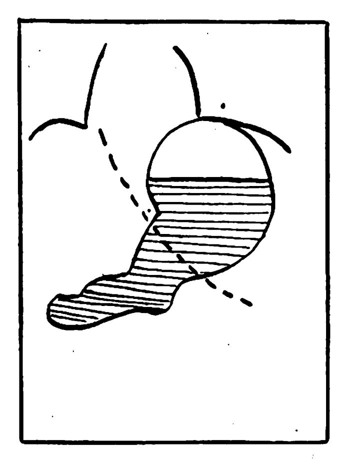


Fig. 24.

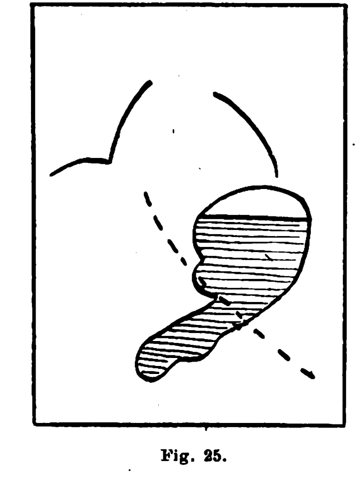


Fig. 25.

Fig. 24 (Wilhelmine N.), 23 Jahre alt, schlank, I para, niemals magenleidend (dorso-ventral), zeigt einen Magen, dessen Canalis egestorius wieder auffallend lang ausgezogen ist, dabei aber lebhaft peristaltische Wellen aufweist, während der Magenkörper an normaler Stelle ganz oberhalb des linken Rippenbogens sich befindet, im Fornix große, längs-ovale Luftblase.

Fig. 25 (Marta M.), 19 Jahre alt, I para, sehr schlank, niemals Magenbeschwerden, bloß in der letzten Zeit der Schwangerschaft mangelhafte Eßlust, zeigt einen den vorigen ähnlichen Magentypus. Der Canalis ist wieder sehr lang ausgezogen und dünn, im Bereich des Korpus zeigt die kleine Kurvatur eine Raffung durch eine tiefgreifende peristaltische Welle, im Fornix kleine quer-ovale Luftblase.

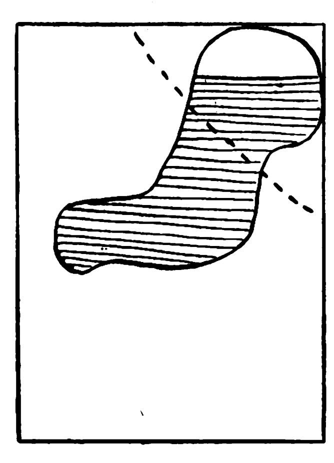


Fig. 26.

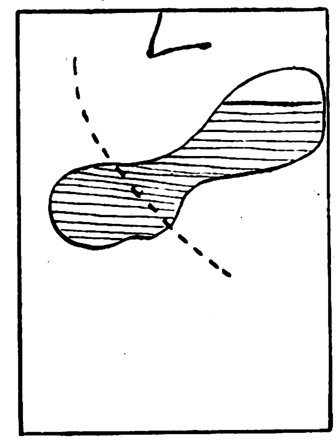


Fig. 27.

Fig. 26 und 27 (Anna R.), 16 Jahre, I para, schlank, nie Magenbeschwerden, zeigen als letzter Fall einen Magen, der in der dorsoventralen Ansicht (Fig. 26) wieder das Bild der starken Beeinflussung durch den Uterus darbietet, wie es schon in mehreren anderen Fällen gezeigt wurde; viel auffallender ist das gleichzeitige Profilbild (Fig. 27), an welchem eine nahezu wagerechte Einstellung des ganzen Magens von hinten nach vorn in die Augen springt. Dabei ist die Umschließung des Inhalts ziemlich gut, alle Magenteile bis herauf in den oberen Teil des Magenkörpers sind gleichmäßig gefüllt, die Luftblase im Fornix ist deutlich als sehr klein abzugrenzen.

Zum Schlusse möchte ich auch an dieser Stelle Herrn Prof. v. Bergmann meinen Dank aussprechen für die Ratschläge, mit denen er mir bei der Durchführung dieser Arbeit zur Seite stand. Ebenso danke ich Herrn Prof. Zangemeister, welcher mir die Fälle aus der Universitäts-Frauenklinik zur Verfügung stellte.

Aus dem Zentralröntgenlaboratorium des k. k. Allgemeinen Krankenhauses in Wien (Vorstand: Prof. Dr. G. Holzknecht).

Beitrag zur Methodik der Röntgenaufnahmen.

Die axiale Aufnahme der Regio pubica.

Von

Dr. **Leon Lilienfeld.**

Die Bemühungen des Verfassers[1], die Skelettgebilde des Rumpfes bei frontalem Strahlengange auf die Röntgenplatten zu bringen, mußten vor der Regio pubica unfreiwillig haltmachen. Die Terrainschwierigkeiten des aus dem Schamberg und den Leistengegenden bestehenden, seitlich von den Hüftgelenken flankierten Geländes machen die reinliche Scheidung des knöchernen Gerüstes der Regio pubica von den benachbarten Skelettgebilden, insbesondere den in gleicher Ebene liegenden Hüftgelenken, zu einer undurchführbaren Aufgabe. Wählt man eine der Hüften als Eingangstor für den parallel zur Frontalebene eingestellten Zentralstrahl, dann projizieren sich beide Hüftgelenke auf die Schambeine. Weicht man im Sinne der vom Verfasser beschriebenen frontalen Aufnahme des Hüftgelenkes[2] von der rein frontalen Richtung ab, dann erscheint ein Hüftgelenk in Deckung mit der Regio pubica. In beiden Fällen sind die Bilder von einer höchst unerquicklichen Verworrenheit.

Eine Umgehung der Hüftgelenke ist von vornherein ausgeschlossen, weil die Talsohlen der Leistengegenden zu seicht sind, um die Unterbringung einer Platte auf der einen und den ungehemmten Strahlenzutritt auf der anderen Seite zuzulassen.

Das allgemein empfundene, durch die Anforderungen der Kriegsröntgenologie im allgemeinen und der Steckschußanalyse im besonderen mächtig gesteigerte Bedürfnis, jeden zu analysierenden Körperteil in zwei zueinander senkrecht stehenden Richtungen röntgenographisch zu untersuchen, ist bei der Regio pubica womöglich noch brennender als bei allen anderen Gebieten des menschlichen Körpers. Die eingangs betonte unvorteilhafte Gestaltung der Schamgegend setzt auch den röntgenoskopischen Methoden bei frontalem und schrägem Strahlengange die gleichen Widerstände entgegen, wie dem röntgenographischen. Hier und dort war man bisher bei der Bestimmungder Lage von Geschossen oder Knochensplittern und bei der Untersuchung der Frage, ob eine Bruchstelle, ein Defekt, ein Fistelgang die hinteren oder vorderen Anteile der Schambeine betrifft, nur auf die Röhrenverschiebung angewiesen — ein Mittel, welches an Zuverlässigkeit schon deshalb viel zu wünschen übrig läßt, weil die Auseinanderhaltung der der hinteren oder vorderen Oberfläche der Schambeine angehörenden Konturen im sagittalen Bilde der Platte oder des Leuchtschirmes weit eher einem unfruchtbaren Rätselraten, als einem verläßlichen Verfahren gleichkommt.

Dem vorstehend auseinandergesetzten Übelstande konnte nur durch eine von der frontalen grundsätzlich verschiedene Aufnahmerichtung abgeholfen werden.

In der Tat gelang es dem Verfasser durch die zweckmäßige Anwendung des axialen Strahlenganges Bilder der Regio pubica zu erzielen, welche in zusammenhängender Betrachtung

[1] Dr. Leon Lilienfeld: 1. Die seitliche Kreuzbeinaufnahme. Münchner mediz. Wochenschrift 1917, Nr. 7; 2. Die seitliche Röntgenaufnahme des Hüftgelenkes. Deutsche mediz. Wochenschrift 1917. Nr. 10; 3. Die seitliche Aufnahme des Darmbeines. Medizinische Klinik 1917, Nr. 8.

[2] Dr. Leon Lilienfeld l. c.

mit den bekannten sagittalen Aufnahmen allen Anforderungen der röntgenographischen Analyse gerecht werden. Bei müheloser Herstellung gewähren sie ohne weiteres verläßliche Aufschlüsse über die Beziehungen von Fremdkörpern, Knochensplittern, Frakturen, Defekten und Fistelursprüngen zur vorderen oder hinteren Oberfläche der Schambeine.

Aufgabe vorliegender Zeilen ist, die Technik und die Vorzüge der axialen Aufnahme der Regio pubica zu schildern und durch einige Beispiele zu belegen.

A. Technik.

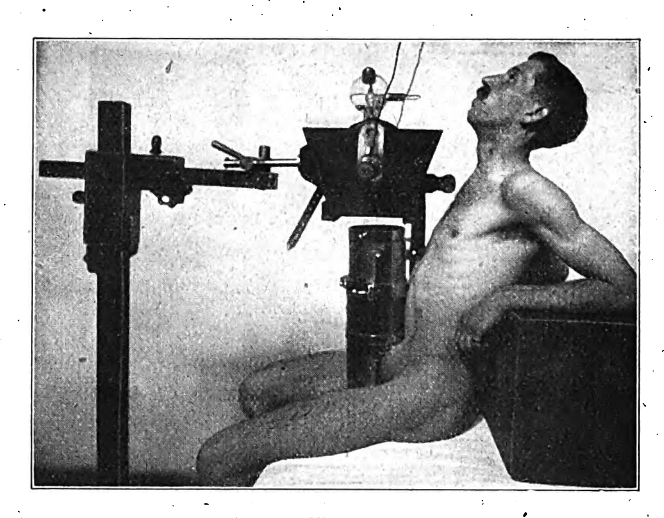


Fig. 1.
Frontale Aufnahme der Regio pubica.

1. Plattengröße: 18/24.
2. Plattenstellung: Überhöht (Hochformat).
3. Lage des Patienten: Er sitzt auf der Röntgenplatte und stützt sich mit beiden Händen auf die Tischplatte. Seine unteren Extremitäten sind in Abduktionsstellung.
4. Vorderer Plattenrand: Eine Handbreit vor der Regio pubica.
5. Hinterer Plattenrand: Dorsale Hautgrenze.
6. Die lateralen Plattenränder: Sie sind gleich weit von der Symphysengegend entfernt.
7. Zentralstrahl: Symphysis ossium pubis. Senkrecht zur Platte.
8. Blende: Kompressionsblende, Irisdurchmesser: 7 cm.

B. Expositionsregel.

a) Exakte Regel.

Milliampere-Sekunden	Prüfhärte in Wehnelt-Einheiten bei 2—3 M.A. Belastung, wenn bei der Aufnahme eine Belastung angewendet wird von:		
	1—10	11—20	21—30
160	8	7,5	7

b) Approximative Regel.

So wie:	Härte	Zeit
Schädel okzipitofrontal	Etwas härter	$2^1/_4$ fach

C. Normalbild.

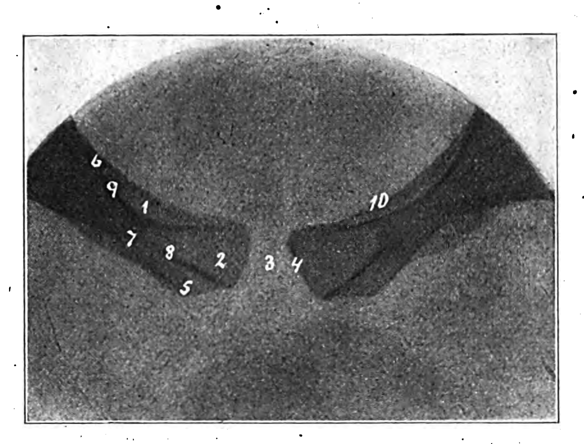


Fig. 2.

Skizze zu axialem Bild der Regio pubica.

Legende:

1. Ramus superior ossis pubis.
2. Ramus inferior ossis pubis.
3. Symphysis ossium pubis.
4. Facies symphyseos.
5. Tuberculum pubicum.
6. Ramus inferior ossis ischii.
7. Crista ossis pubis.
8. Lateraler Rand des Ramus inferior ossis pubis, somit mediale Begrenzung des Foramen obturatum.
9. Unterer Rand des Ramus superior ossis pubis, somit obere Begrenzung des Foramen obturatum.
10. Pecten ossis pubis.

D. Der Wert der axialen Aufnahme der Regio pubica.

a) In anatomischer Beziehung.

Trotz der Ineinanderschachtelung beider Schambeinäste bietet das axiale Bild der Schamgegend manche anatomische Einzelheit dar, welche auf der sagittalen Aufnahme nicht in Erscheinung tritt. Dies gilt insbesondere von den zarten, zum Teil den vorderen, zum Teil den hinteren Abschnitten des Ramus superior angehörenden Vorsprüngen und Kämmen, welche in dem sagittalen Bilde nicht oder wenig, in dem axialen gut erkennbar sind. Während z. B. die Auseinanderhaltung der Crista obturatoria bzw. Ossis pubis von dem Pecten ossis pubis auf dem sagittalen Bilde nur ganz selten gelingt, lassen sich diese zwei gratartig vorspringenden Linien in der axialen Aufnahme ohne weiteres unterscheiden. Auch das durch den sagittalen Strahlengang zum Verschwinden gebrachte Tuberculum pubicum ist im axialen Bilde als kräftiger Buckel deutlich ausgeprägt.

b) In Fällen einer traumatischen oder pathologischen Affektion.

Das axiale Bild gibt uns die von dem sagittalen schuldig gebliebene Auskunft über diejenigen Veränderungen, welche die vorderen oder hinteren Schichten bzw. Oberflächen beider Schambeinäste betreffen. Mancher der sagittalen Aufnahme entschlüpfte Resorptionsherd oder Defekt kommt auf der axialen deutlich znm Vorschein. Bei Frakturen, welche mit Deviationen der Stammfragmente beckenwärts oder nach vorne verbunden sind, erlaubt das axiale Bild zum ersten Male die Dislokationsrichtung auf röntgenologischem Wege zu ermitteln. In gleicher

Weise läßt die axiale Aufnahme der Regio pubica die Feststellung der Lage von Knochensplittern und Sequestern vor oder hinter den Schambeinen ohne weiteres zu.

Einen unbestreitbaren Gewinn bringt das axiale Bild der Schamgegend der Steckenschußanalyse. Die bisher mit mannigfachen, manchmal unüberwindlichen Schwierigkeiten verbundene Feststellung, ob ein im sagittalen Bilde in Deckung mit dem Skelett erscheinender Fremdkörper in, vor oder hinter dem Knochengerüst der Regio pubica liegt, gestaltet sich an Hand des axialen Bildes zu einer einfachen Ablesung.

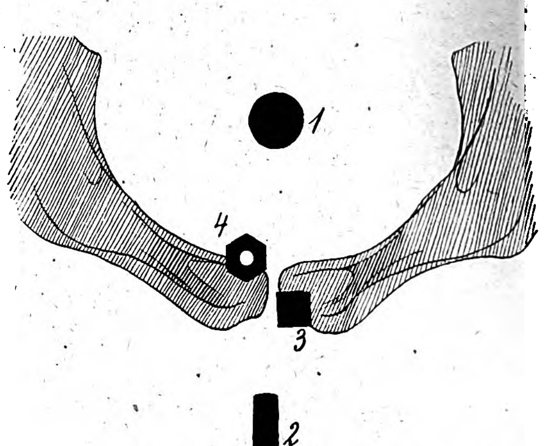


Fig. 3.
Steckschußanalytisches Schema des axialen Bildes der Regio pubica.

1 circa 3 cm hinter der Symphyse,
2 circa 4 cm vor der Symphyse,
3 3 cm unterhalb der Symphyse,
4 3 cm oberhalb der Symphyse.

Erscheint der Fremdkörper (1) zwischen dem Skelettbilde und dem oberen Plattenrande, dann handelt es sich um ein intrapelvines Geschoß. Erblickt man das Projektil (2) zwischen dem Schambein und dem unteren Plattenrande, dann liegt es vor dem Skelett der Regio pubica. Geschosse, welche in axialer Richtung in der gleichen Ebene mit den Schambeinen liegen (3 und 4), erscheinen ohne Rücksicht darauf, ob sie im Skelett oder außerhalb der Knochen liegen, jedesmal in Deckung mit dem Skelett.

E. Einige Beispiele.

a) Schußfraktur.

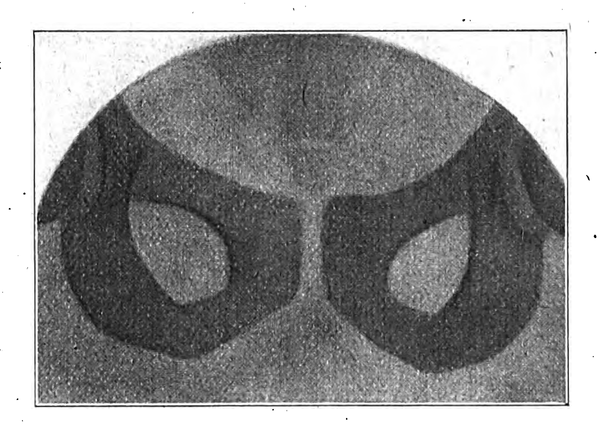


Fig. 4.
Skizze zur sagittalen Aufnahme der Regio pubica.

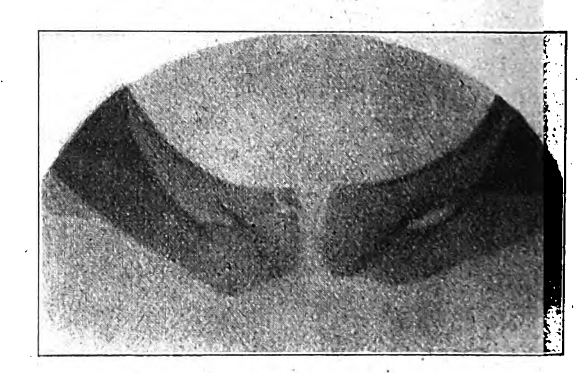


Fig. 5.
Skizze zur axialen Aufnahme der Regio pubica.

A. H., 19 Jahre alt, Beckendurchschuß.

Die posterioanteriore Aufnahme (Fig. 4) zeigt ein gesundes Skelett der Regio pubica.

Im Gegensatze hierzu sehen wir auf dem axialen Bilde (Fig. 5) einen dreieckigen, apfelsinenkerngroßen Defekt des Ramus superior ossis pubis und im Defekt einen über linsengroßen Knochensplitter.

b) Fraktur und Geschoß.

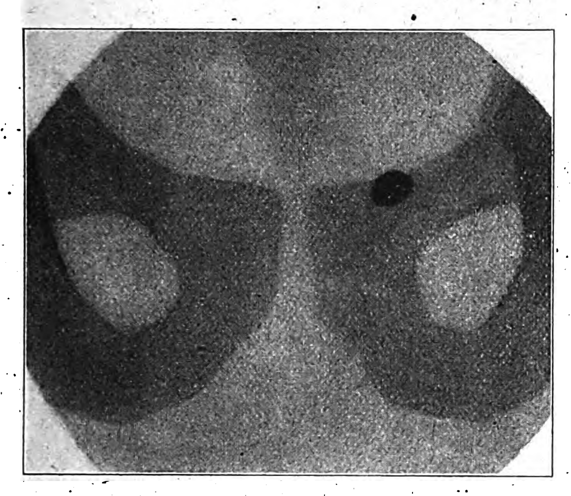
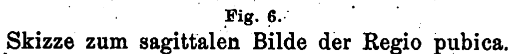



Fig. 6.
Skizze zum sagittalen Bilde der Regio pubica.

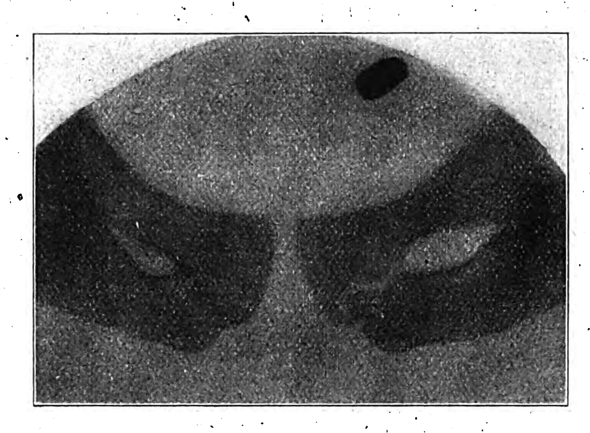


Fig. 7.
Skizze zum axialen Bilde der Regio pubica.

A. W., 29 Jahre alt, Bauchsteckschuß.

Auf dem sagittalen Bilde (Fig. 6) bemerkt man eine knochensplitterfreie Querfraktur des unteren Schambeinastes und ein ovales Geschoß in Deckung mit dem oberen Schambeinast. Ob dieses Geschoß in, vor oder hinter dem Schambein liegt, können wir auf Grund der sagittalen Aufnahme nicht ermitteln.

Ein ganz anderes Bild zeigt uns die axiale Aufnahme (Fig. 7). Vor allen Dingen stellt sich heraus, daß die Diastase des Schambeinbruches bedeutend breiter ist, als sie auf dem sagittalen Bilde erscheint, und daß in dem Bruchspalt ein unregelmäßig konturierter, etwa kirschkerngroßer Knochensplitter liegt. Ferner sagt uns das axiale Bild, daß das Projektil bestimmt einige Zentimeter hinter dem oberen Schambeinaste liegt.

Die intrapelvine Lage des Fremdkörpers hat ihre Bestätigung gefunden.

c) Geschoß.

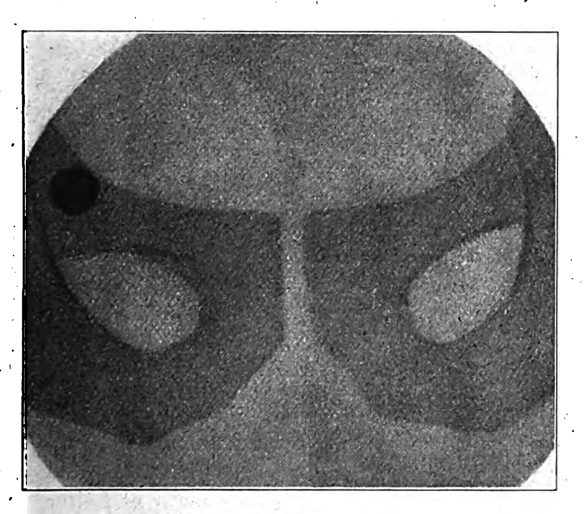


Fig. 8.
Skizze zum sagittalen Bild der Schamgegend.

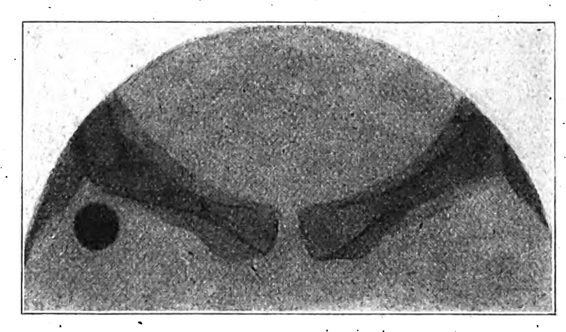


Fig. 9.
Skizze zum axialen Bild der Schamgegend.

P. K., 30 Jahre alt, Steckschuß. Einschuß in der Leistengegend.

Im sagittalen Bild (Fig. 8) erscheint die Schrapnellfüllkugel in Deckung mit dem oberen Schambeinast. Sie mag daher im Schambein selbst oder im Becken oder vor dem Schambein liegen.

Das axiale Bild (Fig. 9) hingegen weist mit Sicherheit darauf hin, daß das Geschoß in den Weichteilen vor dem Schambein liegt.

d) Erkrankung. Sarkom des Sitz- und Schambeines.



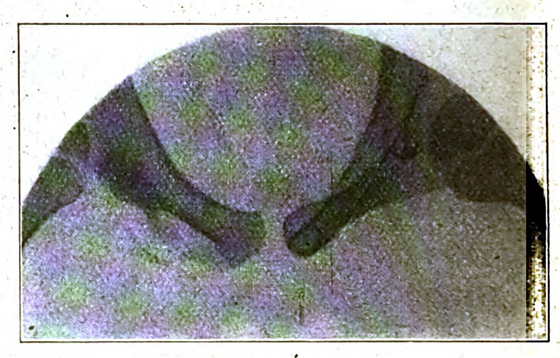




Fig. 10.
Skizze zum sagittalen Bild der Regio pubica.

Fig. 11.
Skizze zum axialen Bild der Regio pubica.

F. K., 8 Jahre alt. Drei Monate alte, fast vollständig reaktionslose Geschwulst unterhalb des linken Sitzknorrens.

Das sagittale Bild (Fig. 10) gibt uns keinen Aufschluß darüber, ob der Knochentumor nach hinten oder vorne wächst.

Die axiale Aufnahme (Fig. 11) läßt keinen Zweifel über den Sitz der Geschwulst und die Richtung ihres Wachstums aufkommen. Man erkennt auf den ersten Blick, daß die Geschwulst den kaudalen, hinteren Abschnitt des Knochens zu ihrem Sitz erwählt hat und daß das durch die Breitschichtung gekennzeichnete Wachstum der Geschwulstmasse mit den eingestreuten Knochenzügen sich nach hinten, also beckenwärts erstreckt.

Stabsarzt Prof. Dr. Franz Goldammer †.

Am 18. Februar 1919 starb an einer Influenzapneumonie im Alter von nur 43 Jahren Stabsarzt Professor Dr. Franz Goldammer. Er ist aus der Kaiser-Wilhelm-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen hervorgegangen, nahm 1904 an den Kämpfen gegen Hereros und Hottentotten teil, 1906—1908 war er am Allgemeinen Krankenhause Hamburg-Eppendorf tätig und ging danach auf kurze Zeit an die deutsche Gesandtschaft in Pecking. Nachdem er einige Zeit als Stabsarzt an der Kaiser-Wilhelm-Akademie gewirkt hatte, machte er 1912 mit Mitteln der Langenbeckstiftung eine Studienreise nach dem griechisch-türkischen Kriegsschauplatze auf griechischer Seite und nahm auch am zweiten Balkankriege teil als Leiter der von der Königin Sophie in Saloniki eingerichteten Kriegslazarette.

Im Weltkriege ward Goldammer 1915 beratender Chirurg des 38. Res.-Korps, machte in dieser Stellung die Winterschlacht in Masuren mit und zum Beskidenkorps versetzt, die Offensive durch die Karpathen, Galizien, Polen und Rußland. Im Oktober 1915 ward er auf den süd-östlichen Kriegsschauplatz berufen und hat 3 Jahre lang als Leiter der deutschen Sanitätsmission für Bulgarien für Armee und Zivilbevölkerung Hervorragendes geleistet. Daneben war er Leiter der chirurgischen Zivilklinik am Landkrankenhause Alexanderhospital in Sofia.

Die Chirurgie beklagt Goldammers frühen Tod. Man hatte große Hoffnungen auf ihn in ärztlicher und wissenschaftlicher Hinsicht gesetzt. Für die Röntgenologie hat er ein reges Interesse gehabt, davon zeugt seine „Röntgenologische Diagnostik der Erkrankungen des Magen-darmkanals“, die 1907 erschien, und die in erweiterter Form 1916 unter dem Titel „Die Röntgen-diagnostik der chirurgischen Erkrankungen des Verdauungskanals“ neu aufgelegt wurde. Red.

Correspondenz[1]).

Erfahrungen über den Gasunterbrecher bei Störungen der Gaslieferung.

Bei Störungen in der Gaslieferung gelangen die Gasunterbrecher, welche in der Röntgenologie sich einer großen Verbreitung erfreuen, unter kritische Verhältnisse. Hauptsächlich aus diesem Grunde erachte ich es für notwendig, meine unter solchen schwierigen Verhältnissen erworbenen Erfahrungen zu veröffentlichen. Die Gasunterbrecher haben sich in der Röntgenologie im allgemeinen gut bewährt. Ihr gleichmäßiges, rasch regulierbares Unterbrechen, ihr geräuschloser Gang, ihre die Röhren schonende Stromlieferung, sowie ihre dauerhafte und eine geringe Wartung erfordernde Konstruktion gestalten das Arbeiten mit ihnen gleichmäßig angenehm. Für die Anfertigung von eine Überlastung beanspruchenden Aufnahmen sind insbesondere die auf Wechsel- oder Drehstrom eingerichteten nicht dienlich, doch kann mit ihnen außer diesen jede radiologische Arbeit vorzüglich ausgeführt werden. (Unter 15 Amp.)

Mit einem verhältnismäßig kleinen, mit Gasunterbrecher versehenen „Apex"-Röntgenapparat für 150—200 Volt Gleichstrom, habe ich in Budapest, alsdann in Laibach und in Udine insgesamt 12000 Untersuchungen vorgenommen, außerdem hat diese Einrichtung den Strom geliefert zu der in Gemeinschaft mit Dr. Neswera vorgenommenen suggestiven Therapie. (Wiener klinische Wochenschrift 1916, Nr. 51: „Zur Therapie der traumatischen Neurose und Krieghysterie".)

Auch solche Behandlungen haben wir weit über 1000 vollzogen. (Der Hebel des Unterbrechers kaum etwas unter 0, mit einer Primärbelastung von 0.5 Amp. und einer parallelen Funkenstrecke von 2—4 cm im Sekundärstrom.) Trotz der großen Arbeitsleistung hat der Unterbrecher durchweg so gut funktioniert, wie in den ersten Zeiten.

Im Sommer 1917 war die Laibacher Gasfabrik genötigt, die Gaslieferung wegen Kohlenmangel einzustellen. Laut den gegebenen Instruktionen muß das Gas im Unterbrecher täglich erneuert und bei ständig geöffnetem Zuführhahn das Gas unter fortwährendem Druck gehalten werden, da ansonst Luft zum Gas gelangen und der elektrische Funke dasselbe zur Explosion bringen könnte. (Einen explodierten Gasunterbrecher habe ich im Jahre 1915 in Budapest gesehen. Bloß die Gasdichtung und die Ventilfeder sind unbrauchbar geworden.) In Laibach mußte ich dennoch, ohne die Gasfüllung meines Unterbrechers erneuern zu können, weiterarbeiten. Ich hatte Angst vor dem Hineinströmen der Luft, deshalb, nach sorgfältiger Absperrung der Hähne, habe ich das zuführende Gummirohr abgenommen und das Ende der Röhren mit Leukoplast verklebt. Auf diese Weise ging die Arbeit mehrere Wochen hindurch gut weiter, bis endlich die Unterbrechungen nach sechs Wochen so unvollkommen wurden, daß ich die Arbeit nicht weiter fortsetzen konnte. Den Unterbrecher ließ ich mittels Handwagen nach der Gasfabrik überführen, wo ich, das Gas erneuernd, weiter gearbeitet habe. Wir haben dies in Zeiträumen von 3—4 Tagen wiederholt, bis schließlich die Gasfabrik neuerdings zu funktionieren begann.

In Udine haben wir den Unterbrecher aus Blaugasbomben versorgt, es ist jedoch von Wichtigkeit, daß die Bombe außerhalb des Laboratoriums sei, die Hähne nur während der Gaserneuerung offengehalten werden und inzwischen das Laboratorium gelüftet werde, weil selbst die geringste Verunreinigung der Luft nicht nur einen unangenehmen Geruch, sondern auch heftige Kopfschmerzen verursacht. Das Blaugas verursacht eine starke Rußablagerung, mit demselben vermag der Unterbrecher ohne Reinigung nicht einmal 200 Untersuchungen zu ertragen, während er mit Leuchtgas selbst 2000 Untersuchungen erträgt.

Es ist vielleicht von Interesse, wenn ich hier auch die Beobachtung anführe, daß das ziemlich dichte lange Haar eines meiner Kollegen, der übrigens auch vorher fast täglich mit je einem Patienten im Laboratorium war und während meiner 20tägigen Abwesenheit im Röntgenlaboratorium zusammen ca. 100 Kranke untersucht hat, in auffallender Weise schütter geworden ist, sich aber später naturgemäß wieder verdichtete. (Lambertstativ mit einem mit 2 mm starken Bleigummi versehenen Röhrenbehälter, Holzknechtschen Hängeblende, Durchstrahlschirm von 40×50 mit 4 mm dickem Bleiglas.)

Mit derselben Einrichtung habe ich vier Jahre hindurch gearbeitet, habe aber ähnliches an mir nicht wahrgenommen.

Rabloczky, Max (Budapest.)

---

[1]) Seitens der Redaktion der Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen ist eine **Auskunftsstelle** für alle auf die Anwendung der Röntgenstrahlen sich beziehenden Angelegenheiten eingerichtet worden. Fragen medizinischer, physikalischer oder technischer Art werden beantwortet und, soweit dieselben von allgemeinem Interesse sind, unter dieser Rubrik publiziert. Alle Anfragen sind direkt an die Redaktion Prof. Dr. Albers-Schönberg, Allgemeines Krankenhaus St. Georg, Hamburg 5, zu richten.

Bücherbesprechungen.

Albers-Schönberg: **Die Röntgentechnik.** Handbuch für Arzte und Studierende. **Fünfte Auflage** bearbeitet von Prof. Dr. Walter, Prof. Dr. Albers-Schönberg, Zahnarzt Hauptmeyer, Oberstabsarzt Dr. Drüner, Prof. Dr. F. M. Groedel. Band I. Format 26×18 cm VII. 438 Seiten. Preis M. 22.— broschiert, M. 26.— gebunden. Band II befindet sich im Druck und wird demnächst erscheinen.

Haendly: **Ein Beitrag zur Strahlenwirkung besonders mit Hinblick auf die sog. „elektive Wirkung".** Archiv für Gynäkologie. Band 109.

Die Lehre von der „elektiven" Strahlenwirkung auf die Karzinomzelle wurde in erster Linie von Döderlein und Krönig vertreten, während Bumm und Haendly frühzeitig darauf hinwiesen, daß die Elektivität nur eine scheinbare sei. Den Beweis hierfür erbringt Haendly in der vorliegenden Arbeit. Die Strahlen bewirken keine spezifische Veränderung an den Zellen, sondern nur solche, wie sie sich überall finden, wo Zellen aus irgendeinem Grunde untergehen.

Die erste Frage, ob es eine „elektive Wirkung" auf die Karzinomzelle gibt, etwa wie der Einfluß des Magneten auf Eisen und Nickel, wird verneint, denn eine Bestrahlung von gewisser Dauer und Stärke führt zu einer Nekrose aller Gewebe. Demnach ist die zweite Frage zu stellen, ob es eine „relative Elektivität" gibt, d. h. eine größere Empfindlichkeit gewisser Zellgruppen, hierunter das Karzinom, gegenüber anderen mitbestrahlten Gruppen. Dieses wird von vielen Autoren zugegeben. Krönig und Friedrich stellten Sensibilitätsquotienten z. B. für das Ovarium und das Karzinom auf. Auch Wintz stellte Sensibilitätsquotienten auf. Referent steht ebenfalls auf dem Standpunkt der relativen Elektivität einiger Zellarten, z. B. gewisser Karzinome, Sarkome usw. Die Wahl der Haut als Vergleichsobjekt wird von Haendly abgelehnt. Die Wirkung ist die gleiche auf alle Gewebeteile, d. h. sobald ein Karzinom bei einem Fokus-Hautabstand von 30 cm tiefer als 7,5 cm liegt, kann es ohne schwere Schädigung der Haut und anderer Gewebe nicht mit Sicherheit vernichtet werden. Auch Krönig verneint die Möglichkeit der Heilung tiefliegender Karzinome bei perkutaner Bestrahlung in Rücksicht auf die Blutveränderungen (Röntgen-Kachexie). Die Spätschädigungen (Schwielen usw.) in der Umgebung bestrahlter Partien beweisen, daß neben der Vernichtung der Karzinomzelle auch die übrigen Gewebszellen regressive Veränderungen zeigen. Also ist auch eine „relative Elektivität" abzulehnen. Belegt wird diese Ansicht durch Mitteilung von Krankengeschichten von 4 mit Röntgen bzw. Röntgen und Mesothorium bzw. nur Mesothorium behandelten Fällen und Sektionsprotokollen, aus welchen sich ergibt, daß neben den Veränderungen an den Karzinomzellen ausgedehnte und schwere regressive Vorgänge am Bindegewebe der glatten Muskulatur usw. nachzuweisen waren. Die Empfindlichkeit der Karzinomzellen für die Strahlung war also nicht größer als die der anderen lebenswichtigen Zellen. Der Exitus war in diesen Fällen eine Folge der durch die Strahlen hervorgerufenen Darmnekrose, ohne daß das Karzinom geheilt worden wäre. Warnekros bestreitet in den der Arbeit beigegebenen kritischen Fußnoten, die Beweiskraft dieser Fälle. Referent ist geneigt, sich der Ansicht von Haendly anzuschließen.

Diese Fälle sind den bekannten und viel diskutierten Fällen von Franz und Franqué zuzurechnen. Sie beweisen, daß trotz zahlreicher günstig verlaufener Fälle, in denen eine Heilung oder eine an Heilung grenzende Besserung erzielt wurde, die Hoffnung auf die krebsheilende Wirkung der Strahlen zur Zeit noch auf sehr schwankender Basis steht. Albers-Schönberg.

Weiser, Dr. Martin: **Medizinische Kinematographie.** Dresden und Leipzig. Theodor Steinkopff 1919.

In sehr knapper, infolgedessen übersichtlicher Form führt uns der Autor auf etwa $1^1/_2$ hundert Seiten alles Wissenswerte über die medizinische Kinematographie vor. Nach einem geschichtlichen Überblick und der etwas ausführlicheren Beschreibung der normalen Kinematographie, ihrer Aufnahmetechnik und der Zurichtung der Filme wird die spezielle wissenschaftliche Kinematographie von der technischen Seite beleuchtet. Hierbei erfährt die Mikrokinematographie, die Röntgenkinematographie, die Hochfrequenzkinematographie und die Funkenkinematographie besondere Würdigung. Zum Schluß finden wir ein Kapitel über die allgemeine medizinische Kinematographie, unter Betonung des Wertes der Kinematographie für den klinischen Unterricht für Fortbildungskurse und speziell für Forschungs- und wissenschaftliche Zwecke, sowie ein Kapitel über spezielle medizinische Kinematographie, ihre Verwendung in



den verschiedenen Disziplinen der Medizin. Es erübrigt sich, Details hervorzuheben. Der Autor hat sich überall mit der Wiedergabe der wichtigsten Daten begnügt, im übrigen jedem einzelnen Kapitel ein umfassendes Literaturverzeichnis angefügt.

Ist so der dem behandelten Thema Fernerstehende in die Lage versetzt, das kleine Werk ohne Zeitverlust durchzulesen, so wird andererseits der sich mit der Frage spezieller Befassende alles Wissenswerte dem Buche entnehmen können.

Der Ansicht des Autors „die medizinische Kinematographie muß aus dem heutigen Studium des gelegentlichen Angewandtwerdens endlich einmal herauskommen und muß in das Stadium der physiologischen Anwendung und des organisierten Ausbaues eintreten" kann nur beigestimmt werden.

Die vorliegende Schrift zeigt, daß wir auf dem besten Wege hierzu sind und der etwas pessimistischen Meinung des Autors, daß ein gewisser Stillstand in der wissenschaftlichen Kinematographie zu verzeichnen sei, ist wohl entgegenzuhalten, daß die Zeitlage hierfür verantwortlich zu machen ist. Die Kinematographie ist aus einer physiologischen Untersuchungsmethode hervorgegangen, und wir dürfen die Hoffnung hegen, daß die wissenschaftliche Forschung von der industriellen Verwertung und dem hierdurch bedingten Ausbau der Kinematographie die wohlverdienten Früchte reichlich ernten wird.

24. II. 19. Groedel.

Internationale Fachliteratur.

Journalliteratur.

Dtsch. med. Wochenschr. 1918. Nr. 1.

Lorey: **Zur Bewertung der Röntgenbehandlung bei Myomen und Metrorrhagien.** Entgegnung auf die Arbeit von Nagel, der der Röntgenbestrahlung jeglichen Wert bei der Behandlung von Myomen abspricht. Die Vorwürfe, welche Nagel dem Verfahren macht, werden im einzelnen entkräftet und es wird nachgewiesen, daß sehr wohl die Röntgenbehandlung der genannten Leiden eine wissenschaftliche Grundlage hat, abgesehen von den durch die klinischen Erfahrungen festgestellten Erfolgen. Auch die Behauptung, daß bei Metrorrhagien heiße Scheidenspülungen, Massage, Kürettement usw. denselben Erfolg haben, ist nicht stichhaltig, denn fast immer ist bei den Patientinnen, die bestrahlt werden, der Versuch jener therapeutischen Maßnahmen ausgiebig, aber erfolglos gemacht worden. Verfasser beschreibt dann noch eingehend die von ihm geübte Technik. Die Röntgenbestrahlung der Myome ist mit Ausnahme der gestielten, submukösen Tumoren heute die Therapie der Wahl.

Nr. 2. Mühlmann: **Die Behandlung der Lymphdrüsentuberkulose Erwachsener.** Die chirurgischen Erfolge bei der Lymphdrüsentuberkulose sind nicht glänzend. Sehr oft sind die Drüsen verkäst und es bleibt nach der Operation eine langwierige Fistel zurück. Am besten reagieren auf die Bestrahlung die einfachen entzündlich-hyperplastischen Drüsen. Sind die Drüsen schon erweicht und ist es zu einem schwappenden Abszeß gekommen, dann soll man vor der Bestrahlung durch eine Stichincision dem Eiter Abfluß verschaffen. Bestehen schon zahlreiche Fisteln, wenn der Kranke in Behandlung kommt, dann ist die Bestrahlung mit der Quarzlampe der Röntgenbehandlung vorzuziehen. Nur bei solitären Lymphdrüsentumoren kommt die Operation evtl. in Frage.

Nr. 7. Zollschan: **Zum röntgenologischen Nachweis des Ulcus pepticum jejuni.** Während die Mitteilung von Fällen eines peptischen Dünndarmgeschwürs von chirurgischer Seite in den letzten Jahren sich gehäuft haben, fehlen Angaben über den röntgenologischen Nachweis dieser Affektion vollkommen. Verfasser hat drei Fälle in kurzer Zeit gesehen, die im einzelnen mitgeteilt werden. Als charakteristisch auf dem Röntgenbild muß eine Nische unterhalb des Magenschattens angesehen werden, welche der Haudeckschen Nische ähnlich sieht und bei der Palpation der Stelle der größten Schmerzhaftigkeit entspricht. Gelegentlich kann man in dieser Nische auch die gleichen drei Schichten nachweisen, wie sie von der Haudeckschen Nische bekannt sind.

Rosenthal: **Über Präzisionsröntgendurchleuchtungen.** Empfehlung der von der Polyphosgesellschaft in München hergestellten Präzisionsdurchleuchtungsröhre.

Nr. 11. Drüner. **Über die Messung der Untertischaufnahme und Untertischdurchleuchtung und die röntgenoskopische Operation im stereoskopischen Schirmbilde.** Verfasser hat einen besonderen Gittermaßstab angegeben, der bei den genannten Meßmethoden sich ihm bewährt hat. Die Einzelheiten des Meßverfahrens sind im Original nachzulesen.

Hirsch: **Die v. Hofmeistersche Ringmethode zur Fremdkörperlokalisation.** Verfasser hat das Hofmeistersche Ringverfahren weiter durchgearbeitet und gibt für dessen Anwendung praktische Winke.

Nr. 15. Bley. **Entlüftung der Röntgenabteilung.** Beschreibung der Entlüftungseinrichtung, wie sie in der Frauenklinik der Krankenanstalt in Bremen in Benutzung ist.

Nr. 17. Singer: **Zur radiologischen Diagnose des Magen- und Duodenalgeschwürs.** Bekanntlich beginnen viele Lungentuberkulosen mit Magenbeschwerden. Es ist nicht richtig, diesen Fällen jeden organischen Befund abzusprechen, denn die genaue klinische und radiologische Untersuchung zeigt wiederholt im Bereich des Magens und Duodenums spastische Zustände, welche offenbar durch eine Reizung des Vagussystems bedingt sind. Jedenfalls kann hier die Röntgenuntersuchung kein entscheidendes Wort sprechen.

Nr. 19. Atzrott: **Eine neue Verschiebebrücke zur Gilletschen Röntgentiefenbestimmung.** Zur Unterstützung der Gilletschen Tiefenbestimmung, die sich dem Verfasser in einer Steckschußabteilung ausgezeichnet bewährt hat, dient eine Verschiebebrücke, deren Konstruktion aus den Abbildungen des Originals leicht zu ersehen ist.

Nr. 22. Schwarz: **Röntgenologischer Beitrag zur Lehre vom Ulcus ventriculi et duodeni.** Den mechanischen Bedingungen kommt bei der Entstehung eines Geschwürs am Magen oder Duodenum eine größere Bedeutung zu, als vielfach angenommen wird. Hierzu sind zu rechnen Reizungen der Schleimhautfalten, welche in ihrer Anordnung an der kleinen Kurvatur ganz anders sind, als an der großen Kurvatur. Ferner die Angrenzung der kleinen Kurvatur und der Hinterwand des Magens an harte Unterlagen. Endlich aber besitzt die Form des Magens und ihre Beziehung zu der Tailleneinschnürung eine besondere Bedeutung. Man kann feststellen, daß zwischen dem Sitz des Geschwürs, auch für multiple Geschwüre trifft es zu, und der Tailleneinschnürung gewisse Wechselbeziehungen bestehen. So finden wir bei dem längsgestellten Magen mit Pyloroptose das Geschwür etwa in der Mitte der kleinen Kurvatur, bei dem ohne Pyloroptose ein Geschwür an der gleichen Stelle, das andere am Pylorus, welcher jetzt in die Tailleneinschnürung mit hineinfällt. Verfasser hat zahlreiche Röntgenbilder auf diese Verhältnisse untersucht und den Zusammenhang wiederholt bestätigt gefunden.

Lossen: **Zur Lagebestimmung von Fremdkörpern mittels Röntgenstrahlen.** Wiedergabe des vom Verfasser ausgearbeiteten Verfahrens. Die Einzelheiten müssen im Original nachgesehen werden.

Hayward (Berlin).

Deutsche med. Wochenschrift. 1918. Nr. 27.

Hans Köhler: **Einfaches Verfahren zur Ortsbestimmung von Steckschüssen auf einer Röntgenplatte.** In der Absicht, ein Verfahren einfachster Mittel auszubilden, welches ermöglicht, eine ziemlich gute Ortsbestimmung der Lage des Geschosses vorzunehmen, sucht Verf. mit einer Aufnahme auf einer Röntgenplatte auszukommen. An Stelle der Bleiplatten verwendet K. zur Orientierung eine Masse aus sieben Teilen Bi. subnit. und drei Teilen Mastisol, welches, ohne zu reizen, an der Haut dauernd klebt. Mittels dieser Masse wird die Umgebung des Einschusses mit einem Quadratnetz ummalt, während auf der Gegenseite ein Kreuz aufgepinselt wird, dessen Balken schräg zu den Quadratseiten liegen müssen, um ein gegenseitiges Verdecken zu verhindern.

Nr. 24. Paysen und Walter: **Praktische Winke zur Ausführung einer genauen röntgenographischen Fremdkörperlokalisation.**

Nr. 39. Weski: **Bemerkungen** zu der Arbeit von Paysen und Walter in Nr. 24. Das von Paysen und Walter beschriebene Verfahren stellt, wie Weski unter Geltendmachung von Prioritätsansprüchen behauptet, das von Fürstenau ursprünglich angegebene und von Weski ausgebaute Verfahren dar, für welches P. u. W. nur geringe, nicht sehr wesentliche Änderungen erdacht haben.

33. Pordes: **Einfaches Verfahren zur Ortsbestimmung von Steckschüssen auf einer Röntgenplatte**; Bemerkungen zu dem Aufsatz in Nr. 27. Eine Aufnahme läßt nicht einmal erkennen, ob der Fremdkörper innerhalb oder außerhalb des Patientenleibes sich befindet; sie besagt nur, daß ein abgebildeter Punkt irgendwo auf einer Geraden zwischen Röhrenfokus und Röntgenbild sich befindet. Zur Aufsuchung eines Fremdkörpers ist eine einzige Aufnahme nicht geeignet.

Nr. 36. Mühlmann: **Zur Röntgenbehandlung der Lymphdrüsentuberkulose.** Kräftige, im übrigen gesunde, Lymphomträger — die meisten der behandelten Fälle betrafen kräftige Soldaten — verhalten sich im allgemeinen äußerst widerstandsfähig gegen Röntgenbehandlung. 5—6 Sitzungen, bei welchen unter 3—4 mm Al. mit Hilfe sehr harter Röhren fast die toxische Hautdosis gegeben wurde, brachten oft nicht den erwarteten Erfolg, sondern bewirkten die Bildung sehr derben Bindegewebes, welches den Drüsentumor zu einer festen für den Träger sehr lästigen Schwarte umbildete. Zur Rückbildung der Lymphome genügt im allgemeinen $^2/_3$ der toxischen Hautdosis. Ist nach 5—6 Bestrahlungen im Verlaufe von etwa vier Monaten keine Heilung erzielt, so sind die Drüsenreste operativ zu entfernen

Nr. 37. Seitz: **Über die verschiedenen Methoden der röntgenographischen Ortsbestimmung von Fremdkörpern.** Als bestes Verfahren hat sich Verf. die stereoplanigraphische Ausmessung nach Hasselwander bewährt, eine Methode, welche allerdings neben Übung einige anatomische Kenntnisse und plastisches Vorstellungsvermögen voraussetzt. Für die allgemeine Verwendung ist der Hasselwandersche Apparat zu teuer. Durch geometrische Berechnungen hat Seitz festgestellt, daß durch eine Vereinfachung des Apparats (z. B. Ersatz der optischen Bank durch eine ebene Holzplatte) nur unwesentliche Fehler entstehen, welche sich durch Berechnung ausgleichen lassen. Auch der Stereoplanigraph



nach Beyerlein, welcher freilich dem Hasselwanderschen Apparat an Brauchbarkeit nicht gleichkommt, ist als wertvolles Hilfsmittel der Fremdkörperlokalisation zu bezeichnen.

Nr. 40. Sudeck: **Über die Behandlung des Morbus Basedowii und der Struma maligna mit Röntgenstrahlen.** Für die Behandlung des Basedow stellt die Röntgenbestrahlung ein weniger sicheres und weniger wirksames Mittel dar als die Operation; dagegen sind die malignen Geschwülste der Schilddrüse in hohem Maße der Bestrahlung zugänglich. Verf. vertritt den Standpunkt, die Struma maligna in jedem Falle ohne vorherigen Versuch einer chirurgischen Behandlung der Röntgenbehandlung zuzuweisen.

Nr. 41. Albers-Schönberg: **Zur neuen Lilienfeld-Kochschen Röntgenröhre.** Lilienfeld und Koch ist es gelungen, mittels ihrer neuen Röhre Strahlen zu erzeugen, welche noch kurzwelliger sind, als die Radiumgammastrahlen und welche letztere um etwa 30% an Härte übertreffen. Es ist also theoretisch denkbar, daß mittels der neuen Apparatur den tiefliegenden kranken Organen eine erheblich größere Strahlenmenge zugeführt werden kann. Ob hierdurch tatsächlich größere therapeutische Erfolge zu erzielen sind und ob es gelingt, ohne Schädigung der benachbarten gesunden Organe das kranke Gewebe zu zerstören, läßt Verf., welcher persönlich die neue Röhre noch nicht erprobt hat, dahingestellt.

Nr. 42. Fritz M. Meyer: **Ein Fall von schwerer Radiodermatitis und seine Bedeutung für die Praxis.** Bei einem Kranken waren wegen ausgedehnter tiefer Trichophytie des Hinterhauptes fünf Bestrahlungen von 15—20 Minuten Dauer in wöchentlichen Abständen vorgenommen worden. Fünf Tage nach der letzten Bestrahlung gingen unter starkem Jucken die Haare büschelweise aus; es wurde sofort Behandlung mit künstlicher Höhensonne angeschlossen, wöchentlich drei Sitzungen von 3/4 Stunde Dauer, im ganzen 20 Sitzungen, welche ohne jeden Erfolg blieben. Verf. hält die angewandte Behandlung für falsch. Um einen Haarausfall herbeizuführen, sollen nicht mittelweiche Strahlen angewandt werden, sondern eine harte, homogene Strahlung, bei welcher Mengen, die weit unter der Maximaldose liegen, genügen.

Nr. 48. Baumeister: **Erfolge der Fremdkörperentfernung mittels der orthodiagraphischen Tiefe- und Lagebestimmung nach Moritz.** In 27 von B. operierten Fällen hat das Moritzsche Verfahren sich bewährt. In Fällen, in welchen die Methode nicht zum Ziele führt, kann dies nach Verf.s Ansicht nur auf Fehlern bei der Ausführung oder außerhalb der Methode liegenden Umständen beruhen. Um ein Mißlingen zu vermeiden, ist bei der operativen Entfernung besonders darauf zu achten, daß die Lage des Kranken genau so wiederhergestellt wird, wie sie bei der Tiefenbestimmung war. Zu diesem Behufe ist die alleinige Markierung des Hauptpunktes nicht genügend, sondern es muß außerdem noch die Entfernung des Hauptpunktes von verschiedenen benachbarten Knochenpunkten gemessen und festgelegt werden. Verf. hält das vorliegende Verfahren wegen Einfachheit und größter Genauigkeit für besonders empfehlenswert.

Nr. 50. v. Rhorer: **Sensibilisierung gegen Röntgenstrahlen.** Um die Absorption der Röntgenstrahlen in den Geweben zu vermehren, werden die zu behandelnden Lymphome unmittelbar vor der Bestrahlung mit 10% J.K.-Lösung gleichmäßig infiltriert. Ein abschließendes Urteil über den Wert des Verfahrens kann Verf. nicht geben, doch scheint die Heilung schneller einzutreten, als bei den ohne Injektion behandelten Fällen.

Metzger (Frankfurt a. M.).

Münchener med. Wochenschrift. 1918. Nr. 19.

Hesse: **Die Behandlung des Erysipels mit Röntgenstrahlen.** Für das Erysipel sind eine große Zahl von Behandlungsverfahren angegeben worden, die in gewissen Fällen zum Ziele führen, mitunter aber auch ohne erkennbare Ursache versagen. Hesse hat gute Erfolge mit der Röntgentherapie zu verzeichnen. Er hat 43 fiebernde und sieben nicht fiebernde Fälle damit behandelt und sämtliche Fälle geheilt. Doch sind gelegentlich Rezidive aufgetreten, die eine neue Bestrahlung notwendig gemacht haben. Solche betrafen allerdings nur das Wandererysipel. Der Temperaturabfall ist kritisch oder lytisch. Es wird täglich bestrahlt bis zum Abfall des Fiebers oder bis der entzündliche Hautprozeß durch Rückgang von Rötung und Schwellung den Ausgang in Heilung erkennen läßt. Zur Verwendung kommen mittelharte Röhren von 7—8 Wehnelt unter Anwendung einer 13 cm im Durchmesser fassenden Blende aus 20 cm Entfernung. Als Filter wurde bei der Haut ein 2 mm starkes und bei der Schleimhaut ein 3 mm starkes Aluminiumfilter angewendet. Stromstärke drei Milliampere. Die Dauer der einzelnen Bestrahlungen betrug drei Minuten. Beim Gesicht kommt man mit einer Bestrahlung aus, bei größeren Flächen muß man hintereinander Felder von je etwa 20 cm Durchmesser bestrahlen.

Nr. 21. Köhler: **Über wichtige Grundsätze bei der Anlage von Röntgenbehandlungsräumen.** Drei Punkte werden in der mit Illustrationen versehenen Arbeit näher ausgeführt: der Bau und die Anlage des Röntgenschutzhauses, die Art der Aufstellung der stromerzeugenden Organe und die Verwendungsmöglichkeit hoher Spannungen durch die Verwendung von Leitungen aus poliertem Messingrohr. Die Arbeit entstammt der Chir. Univ.-Klinik in Jena.



Nr. 27. Freud: **Zur radiologischen Beurteilung des geeigneten Zeitpunktes zur Gastroenterostomie bei Pylorusstenose.** Der Mißerfolg mancher Fälle von Gastroenterostomie liegt darin, daß die G. E. zu hoch sitzt. Das hat seine Ursache wieder in der Tatsache, daß die Operation zu einer Zeit ausgeführt wird, wenn die Längs- und Querdehnung des Magens ihren höchsten Grad erreicht hat. Um dieses unangenehme Ereignis zu vermeiden, soll man durch wiederholte Ausheberung den Magen vor der Operation zu verkleinern versuchen. Durch röntgenologische Kontrolle kann man sich dann von dem guten Funktionieren der Gastroentrostonomie auch noch in späterer Zeit nach der Operation überzeugen.

Christen: **Zur praktischen Dosimetrie der Röntgenstrahlen.** Polemik gegen die gleichnamige Arbeit von Küpferle und Lilienfeld in der Münch. med. Wochenschr. 1918. Nr. 16.

Nr. 29. Mathes: **Zur Fernhaltung der Röntgengase.** Von der Überlegung ausgehend, daß, wie Seitz festgestellt hat, vorwiegend die Teile der Hochspannungsleitung es sind, die im Dunkeln Licht ausstrahlen, welche schädliche Gase entwickeln, hat M. diese Teile des Instrumentariums auf einen Holzboden verlegt, der in Höhe des unteren Randes der obersten Fenstertafel angebracht ist. Milliamperemeter, parallele Funkenstrecke und Widerstände der Lilienfeldeinrichtung sind durch ein herunterklappbares Fenster sichtbar.

1917. Nr. 34.

Rosenthal: **Weitere Fortschritte in der Strahlentiefentherapie.** Die von den Polyphoswerken in München konstruierte Röhre „U 50“ hat sich für die Tiefentherapie ausgezeichnet bewährt. Sie gestattet den Härtegrad von 40 cm auf 50 cm zu steigern. Ihre Anwendung bei inoperablen Tumoren erscheint aussichtsvoll.

Weski: **Die Vertikalpunktion von Steckschüssen.**

Nr. 36. Polemik gegen Holzknecht in Nr. 4 der Münch. med. Wochenschrift.

Regener: **Ein einfacher Apparat zur stereoskopischen Röntgendurchleuchtung.** Das Problem der stereoskopischen Betrachtung bei der Durchleuchtung, welches dem der stereoskopischen Projektion ähnlich ist, wurde erneut aufgegriffen und bis zu einer gewissen Lösung gebracht. Das Wesen des Apparates liegt darin, daß der Stromkreis abwechselnd die beiden Kathoden einer Stereoröhre in Tätigkeit setzt und gleichzeitig vor dem Auge des Beobachters durch eine ausgeschnittene Scheibe abwechselnd zur Betrachtung gelangt. Das so erhaltene pseudoskopische Bild wird leicht durch genaue Einhaltung der vorgeschriebenen Entfernungen zu einem orthoskopischen umgebildet.

Nr. 40. Mayer: **Eine automatische Milliamperemeterbeleuchtung.** Der Apparat ist vor dem Milliamperemeter in den Röntgenröhenstromkreis eingeschaltet und beleuchtet das Milliamperemeter automatisch beim Einschalten der Röntgenröhre. Hayward (Berlin).

Nr. 42. Kuznitzky: **Ein praktischer Notbehelf zur Messung harter Röntgenstrahlen.** Verfasser kombiniert die Ergebnisse zweier im Gebrauch befindlicher zuverlässiger Methoden und zwar mißt er die Zeit in der in 30 cm Abstand bei einer Belastung von $2^1/_2$ Milliampere unter 3 mm Aluminium die Testfarbe B der Sabouraud-Noiré-Tablette erreicht wird. Ferner nimmt er bei derselben Röhre unter Benutzung des Aluminiumphantoms nach Perthes und des Fürstenauschen Intensimeters eine Absorptionskurve auf, bei der die Ausbeute an Strahlen in der Tiefe zahlenmäßig in die Weissenbergschen Raster eingetragen wird. Die Kurvenaufnahme erfolgt einmal unter 3 mm Aluminiumfilter und das zweitemal unter $^1/_2$ mm Zink. Eine praktische, brauchbare Zeitangabe erhält man dann, indem wir den für Aluminium in der Tiefe gewonnenen Wert durch den Tiefenwert für Zink dividieren und den Quotienten mit dem für Aluminiumoberflächendosis gewonnenen Zeitmaß multiplizieren. Wir erhalten auf diese Weise eine praktisch brauchbare Zeitangabe für das Oberflächen-Zinkdosisminimum bei gleicher ausreichender Tiefenwirkung.

Nr. 37. Dessauer: **Weitere Untersuchung über das Gebiet der sehr harten Röntgenstrahlen und ihre Anwendung in der Tiefentherapie.** Die von Rutherford aufgestellte Behauptung, daß die Strahlen der Röhren nicht über einen bestimmten Härtegrad steigen, wenn man an die Pole der Röhre immer höher und höhere Spannung anlegt, ist nicht richtig. Vielmehr kann man durch Steigerung der Spannung die Röntgenstrahlen weiter und weiter härten, so daß sie schließlich noch durch Bleidicke von 25 mm hindurch wahrgenommen werden können. Für die Tiefentherapie ist neben der Härte auch noch die Einheitlichkeit des Strahlengemisches erforderlich. Auch ist nach neueren Untersuchungen die Verabfolgung großer Dosen wichtig, ja von entscheidendem Erfolg. Die bisherigen Apparaturen sind für eine Belastung von über 150000 Volt nicht brauchbar, da die Isolierungsmaterialien nicht existieren, welche auf die Dauer die Beanspruchung seitens einer solchen Spannung auszuhalten vermögen. Es wird eine neue Anordnung geschildert, mittels welcher die Verteilung der elektrischen Beanspruchung derartig geregelt ist, daß Ströme bedeutend höherer Spannung wie bisher erzeugt werden ohne Gefahr der Zerstörung des Apparates. Mittels dieser neuen Anordnung konnte er Ströme bis 2,9 cm Aluminium Halbwertschicht hervorbringen und für die Praxis konnten Maschinen bis zu 240000 Volt maximale Spannung hergestellt werden, die als härteste Strahlung nahezu 2 cm Aluminium Halbwertschicht gaben. Diese härteste X-Strahlung ist fast genau gleich der harten β-Linie des Radiums B. Während



Radium C noch etwas härter strahlt. Es besteht begründete Hoffnung, die Apparate noch weiter zu verbessern, wenn auch viel Zeit und Arbeit geleistet werden muß.

Nr. 40. Stepp und Cermak: **Über die bewußte Erzeugung und Verwertung der Sekundärstrahlen bei der Tiefentherapie.** Wenn die harten Strahlen der Röntgenröhre auf die Atome des Körpers treffen, werden sie dort zum Teil absorbiert, zum Teil in andere Strahlenformen umgesetzt. Es entsteht zunächst eine von den getroffenen Atomen ausgehende Elektronenstrahlung, zweitens eine zerstreute, d. h. ungefähr nach allen Richtungen gleich intensive Sekundärröntgenstrahlung, deren Härte von der der auslösenden Strahlung nicht verschieden zu sein braucht. Drittens entstehen noch sogenannte Eigenstrahlen des Atoms, das sind Röntgenstrahlen von ganz bestimmter Härte, die um so härter sind, je höher das Atomgewicht des absorbierenden Körpers ist. Der Gedanke, künstlich im Innern des Körpers Sekundärstrahlen zu erzeugen und zu Heilzwecken praktisch zu verwerten, ist bereits mehrfach versucht, aber noch nicht richtig verwertet worden. Die Verfasser besprechen die Anwendung verschiedener Metalle, z. B. Kollargollösung für Hohlorgane (Blase), von Jod in Form von Jodoformglyzerininjektionen in die Gelenke, von Silbersalbe durch Einreiben in die Haut. Die praktischen Erfolge scheinen für eine weitere Ausdehnung der Versuche zu sprechen, da in einigen Fällen recht gute Erfolge erzielt wurden. Ein abschließendes Urteil kann nicht gefällt werden. Doch ist zu betonen, daß die Forderung, deren Erfüllung man von jeder neuen Behandlungsmethode verlangen muß, nämlich, daß sie nie einen Schaden anrichtet, erfüllt zu sein scheint.

Nr. 38. H. Wintz und L. Baumeister: **Neue Hilfsmittel zur Röntgentherapie.** Verfasser haben einen Härtemesser konstruiert, bei dem das Vergleichsfeld durch die Preßpapiermasse Pertinax gegeben, ungefähr der Durchlässigkeit von 1 ccm Wasser entspricht. Zum Vergleich wird eine Aluminiumtreppe herangezogen, die derart konstruiert ist, daß die härteste homogene Strahlung einer Aluminiumdicke von 2,7 mm entspricht. Die übrigen Stufen entsprechen dem harten Röntgenlicht ohne Filter und der Filterung mit 5 mm Aluminium. 2. B. schildert eine Hochspannungsleitung zur Vermeidung der Verschlechterung der Luft. Die Hochspannungsleitung ist sehr kurz, indem jeder Bestrahlungstisch auf vier Holzmasten ein Pertinaxrohr trägt, das in einem Porzellanisolator endigt. Je zwei tragen ein 10 mm starkes poliertes Rohr, das mit dem betreffenden Pol des Induktors verbunden ist. 3. Bei dem Betrieb der Regenerierapparate haben sich durch die schlechte Beschaffenheit des Leuchtgases und des wechselnden Druckes Unannehmlichkeiten herausgestellt. Es ist deshalb eine Anordnung getroffen, daß die Gasflamme durch einen elektrischen Funken, der von der Erdkathode abgezogen wird, bzw. von der Hilfsanode gezündet wird. Die Firma Müller, Hamburg, stellt das selbsthärtende Siederohr mit elektrischer Zündung her, der Betrieb des Regenerierautomaten wird hierdurch wesentlich vereinfacht.

Nr. 38. H. Wintz: **Eine Zentrierungsvorrichtung für Karzinombestrahlung der Gebärmutter.** Um bei Bestrahlung eine genaue Zentrierung auf den Krankheitsherd bzw. die Portio zu erreichen, benutzt Wintz eine zwei Meter lange Röhre aus dunklem Glase, das an der einen Seite blind geschlossen ist. Hier befindet sich ein kleiner Leuchtschirm, der auch bei harter Bestrahlung, wenn er in gerader Richtung von Röntgenstrahlen getroffen wird, hell aufleuchtet. Die Röhre wird in die Scheide eingeführt und leicht in die Portio eingedrückt. Man kann dann, was besonders bei seitlichen Einstellungen wichtig ist, durch Beobachtung, ob der Leuchtschirm aufleuchtet, kontrollieren, ob der Zentralstrahl die Portiogegend trifft oder nicht.

Nr. 43. Böttner: **Uber Melanurie und der Beeinflussung des Melanosarkoms durch Röntgenbestrahlung.** Mitteilung eines Falles von Melanosarkom der linken Lunge mit Metastasen in der Inguinalgegend usw., wo durch mehrfache Bestrahlung des Tumors und der Metastasen erreicht wurde, daß der bettlägerige Patient wieder längere Zeit vorübergehend arbeitsfähig wurde.

Nr. 44. Hohlweg: **Zur kombinierten Behandlung der Leukämie mit Röntgenbestrahlung und Benzol.** Durch die kombinierte Behandlung mit Röntgenstrahlen und Benzol wurde bei einem Fall von Leukämie, der fast 150000 Leukozyten hatte und starke Milzvergrößerung ein Zustand herbeigeführt, der wenigstens für den Augenblick einer vollkommenen Heilung gleichkommt. Ob Dauererfolg vorliegt, muß abgewartet werden.

Nr. 43. Chaoul: **Das Radioskop.** Mittels des bereits (M. m. W., Nr. 16) beschriebenen Apparats gelingt es am liegenden Patienten, ohne Verwendung einer Untertischröhre, Durchleuchtungen von jedem Körperteil vorzunehmen, ohne Verdunklung des Zimmers. Auch der Operateur ist stets geschützt, da er seitlich vom Strahlenkegel steht. Ferner kann man nach Einstellung des Patienten im Schirm, ohne Patienten und Röhre zu bewegen, den Leuchtschirm durch eine Kassette ersetzen und eine Aufnahme in der günstigst festgestellten Lage anschließen.

Nr. 42. Küpferle und Lilienfeld: **Zur praktischen Dosimetrie der Röntgenbestrahlung.** Gegenkritik des Aufsatzes von Christen in M. m. W., Nr. 27. Zum kurzen Referat ungeeignet.

Nr. 38. Walter Lindemann: **Über die Bedeutung des Mineralstoffwechsels in der Strahlentherapie (Selbstsensibilisierung des Darmes).** Eisen und Kalziumsalze, die per os eingeführt werden, werden wahrscheinlich im Magen-Darmkanal gespalten und gelangen dann als Salz oder Ion im Duodenum

zur Resorption. Nachdem sie im Körper gekreist haben, gelangen sie im oberen und unteren Teile des Dickdarms wieder zur Ausscheidung. Ähnlich liegen die Verhältnisse wahrscheinlich bei Mangan, Silicium, Arsen, Phosphor, Chlor. Nach jeder Zuführung derartiger Metalle ist jedenfalls die Darmwand mit Metallionen angereichert. Findet nun eine Bestrahlung statt, so könnte durch den Gehalt der Darmwand an Metallionen eine die Zellen schädigende, weiche Sekundärstrahlung ausgelöst werden. Auch Mineralbestandteile, die im Darminhalt selbst enthalten sind, könnten durch Sekundärstrahlen die obersten Schichten der Darmschleimhaut beeinflussen. Zur Vermeidung der mehrfach beobachteten Darmschädigungen nach Bestrahlungen wäre anzuraten, vor therapeutischer Bestrahlung den Magen-Darmkanal möglichst vom Inhalt freizumachen. Alle Anreicherungen des Körpers mit Metallionen, zum Beispiel Anwendungen einer As- oder Fe-Medikation, hätten bei Bestrahlungskuren am besten zu unterbleiben.

Nr. 44. Hammes: **Die röntgenologischen Methoden der Herzgrenzbestimmung nebst Aufstellung von Normalzahlen für das Orthodiagramm und die Fernaufnahme.** Vgl. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Band XXV, Heft 6, Seite 510—539. Möller (Hamburg).

Zentralblatt für Chirurgie. 1918. Nr. 32.

Hercher und Noske: **Lage und Tiefenbestimmung von Fremdkörpern.** Verff. haben ein Verfahren ersonnen, welches überall da zur Anwendung kommen kann, wo eine Durchleuchtung in zwei Ebenen möglich ist. Die Methode ist durch ihre Einfachheit überraschend: Man läßt sich auf einem Tubus zwei Metallfadenkreuze an der Vorder- und Rückseite anbringen. Ferner beschafft man sich zwei Stück Draht, die an ihrem Ende zu je einer Öse umgebogen werden. Nunmehr wird die Durchleuchtung in einer Ebene vorgenommen, wobei der Fremdkörper, sowie die Schnittpunkte der genau zentrierten Metallfadenkreuze hintereinander liegen müssen. Dann wird vor dem Schirm ein Draht mit Öse auf der Vorderseite und auf der Rückseite des Körpers derart angelegt, daß der Fremdkörper genau in die Ösen hineinprojiziert ist. Es haben jetzt Fremdkörper, Drahtösen, sowie Metallfadenkreuze genau hintereinander zu liegen. Die beiden Punkte, auf welchen die Drahtösen auf der Haut liegen, werden auf der Haut markiert und dann die Durchleuchtung in einem rechten Winkel zu der ersten Durchleuchtung in der gleichen Anordnung wiederholt. Einen weiteren biegsamen Draht legt man jetzt um die Extremität an der Stelle der Markierung und bezeichnet sich auf diesem Draht die markierten Punkte. Nimmt man diesen Draht ab und biegt ihn wieder so zurecht, wie er auf dem Körper gelegen hat, so hat man ein genaues Abbild der Zirkumferenz des Körpers mit vier Markierungspunkten. Dieses Modell wird auf Papier aufgezeichnet und je zwei gegenüberliegende Punkte miteinander verbunden. Man kann nun in Millimeter genau die Entfernung des Fremdkörpers, der an dem Schnittpunkt der beiden Linien liegt, ablesen und durch einen Vergleich der Figur mit einer Abbildung in einem anatomischen Lehrbuch auch den günstigsten Weg feststellen, auf dem der Fremdkörper operativ zu erreichen ist.

Hayward (Berlin).

Med. Klin. 1918. Nr. 26.

Arthur Alexander-Charlottenburg: **Zur Therapie der tiefen Trichophytien.** Fast alle Trichophytien der Bartgegend sind als tiefe anzusehen. Bei erwachsenen männlichen Individuen sollte, auch bei scheinbar oberflächlichen Formen, stets epiliert werden. Die Epilation wird durch Filterbehandlung (0,5—1,0 mm Aluminiumfilter) mit Sicherheit ohne jede störende Neben- und Nachwirkung erreicht, weil nur die härteren Strahlen, von denen eine schädliche Wirkung auf die Haut nicht zu befürchten ist, durchgelassen und von den tieferen Hautschichten absorbiert werden. Bei der Benutzung von Filtern rücken die therapeutische, Haarausfall erzeugende, und die toxische, Erytheme hervorrufende Dosis, weit auseinander. A. gibt die Volldosis, die unter 1,0 mm Aluminiumfilter etwa zwei Erythemdosen beträgt, in einer Sitzung, ohne daß Erytheme oder Spätfolgen auftreten. Der in 14 Tagen bzw. 3 Wochen eintretende Haarausfall gestattet bequemer intensive Nachbehandlung. Daneben betont A. die absolute Notwendigkeit heißer Umschläge, um die Resorption tiefer Infiltrate und die Steigerung der lokalen Abwehrmaßnahmen des Körpers hervorzurufen. Die letztere Behandlung muß täglich viele Stunden lang fortgesetzt werden und führt in Kombination mit der Röntgenbehandlung bzw. in einigen Fällen mit mechanischer Epilation immer zum Ziel. Ein Ziel, das in jeder Hinsicht (Heilung, Aussehen) allen billigen Anforderungen entspricht! Die infolge der Hitzeeinwirkung zurückbleibenden roten, leicht schuppenden Stellen müssen noch längere Zeit mit milden Salben nachbehandelt werden. Übrigens steht A. auch auf dem Standpunkt, daß man Trichophytiekranke rasieren soll, da man ja durch die desinfizierenden Mittel (Salben, Jodtinktur usw.) die Selbstinfektion ausschließen wird.

N. 33. Ad. Burchard-Rostock: **Über den Nachweis von Veränderungen an den Schienbeinen beim Fünftagefieber und anderen fieberhaften Erkrankungen.** B. hat 32 Fälle von reinem Fünftagefieber, 14 Fälle mit Schienbeinschmerzen und atypischem Fieberverlauf, und 37 Kriegsteilnehmer ohne Unterschenkelschmerzen röntgenologisch untersucht. Bei den Fällen reinen Fünftagefiebers fand sich fast immer eine bald mehr, bald weniger ausgesprochene Periostitis an den Tibiadiaphysen. Die Veränderungen waren seltener an den Fibuladiaphysen und wurden mitunter auch an den Unterarmknochen gesehen. Die Stärke der Schmerzen war keineswegs immer der nachgewiesenen Periostitis proportional;



bei geringen Veränderungen wurden öfters starke Schmerzen angegeben, und umgekehrt bei Fällen mit deutlicher Veränderung keine Schmerzhaftigkeit bekundet. Die pathologischen Veränderungen im Röntgenbild betreffen nur das Periost. Bei den atypischen Fällen (Schienbeinschmerz als hervorstechendes Symptom, atypischer, die Diagnose Fünftagefieber ausschließen lassender Fieberverlauf) wurden die gleichen Veränderungen am Periost der Unterschenkelknochen festgestellt. Die vergleichsweise röntgenologisch untersuchten Kriegsteilnehmer ohne alle Unterschenkelschmerzen zeigten zur Hälfte die gleichen Periostveränderungen im Röntgenogramm. — Danach ist das vermehrte Auftreten von Periostveränderungen beim Fünftagefieber und bei anderen mit Schienbeinschmerz einhergehenden fieberhaften Erkrankungen auffällig. Die Röntgenbilder solcher Periostitiker sind gegenüber anderen Periostveränderungen uncharakteristisch. Die Annahme, die Periostitis sei eine Folge der infektiösen Erkrankungen, ist ganz unwahrscheinlich. B. nimmt an, daß die Periostitis bereits vor der Infektionskrankheit bestanden hat, und daß erst diese die Beschwerden auslöste. Auch die von Kraus und Citron beobachtete Osteoporose (Knochenbälkchen in der Corticalis, Streifenbildung) findet sich an den Schienbeinen gesunder Menschen und kann nicht als pathologisch angesehen werden.

Nr. 26. Kathe: **Eine Mißbildung in vier Generationen.** Kasuistische Mitteilung: Bei einem 20jährigen Musketier fielen sehr plump gebaute Füße mit geradezu unförmigen Großzehen auf. Die Röntgenaufnahme ergab beiderseits einen paarigen Mittelfußknochen der Großzehe. Während links auch die Phalangen doppelt angelegt waren, war rechts die Endphalange nur gegabelt. Die Mißbildung konnte in vier Generationen nachgewiesen werden.

Nr. 25. P. Reinhard-Hamburg: **Über Strahlentherapie bei Malaria.** Die Bestrebungen, die Malaria durch Röntgenbestrahlung zu heilen, sind etwa zehn Jahre alt; Tiefenbestrahlungen sind besonders von Felix Deutsch, von Hintze und Ad. Schmidt verwandt worden. R hat 1917 46 akute Malaria-, zum größten Teil Tertianafälle (3 mm Aluminiumfilter, 150—180 x), unter gleichzeitiger Chinintherapie nach Nocht, bestrahlt. Eine Verbesserung der Rezidivstatistik ist ausgeblieben; im Gegenteil, unter den 46 Fällen traten 18mal Rezidive auf (39%), eine Quote, die erheblich schlechter als die durchschnittliche Rezidivfrequenz bei Chinintherapie allein ist. Gelegentlich wurden unter der Bestrahlung, sogar an Chinintagen, schwere Anfälle mit anschließendem hartnäckigem Verlauf beobachtet. Danach beeinflußt die Röntgentiefentherapie bei akuter Malaria den Ablauf der Erkrankung in ungünstigem Sinne. R. nimmt an, daß die Immunofunktion der Milz durch Röntgenbestrahlung geschädigt wird. — Die Bestrahlung bei chronischer Malaria kann symptomatisch durch Rückbildung großer und schmerzhafter Milz- und Leberschwellungen wirken. Eine direkte Beeinflussung der Parasiten ist ausgeschlossen. Schädigungen sind weniger als bei akuter Malaria zu befürchten. Die Röntgenbestrahlung latenter Malaria hat zuweilen provokatorischen Effekt. Die Bestrahlungen latenter Malaria mit ultraviolettem Licht läßt bei doppelt so viel latenten Malariafällen und in der halben Zeit Schizonten im Blut auftreten, als bei einfachem Zuwarten. Die Bestrahlung mit Licht gestattet also frühere therapeutische Beeinflussung latenter Malaria. Andere provokatorische Maßnahmen geben nicht entfernt so günstige Resultate wie die Provokation durch Höhensonnenbestrahlung. Angewendet wurde Allgemeinbestrahlung ohne Filterung in 60—80 cm Hautabstand, steigend von 3—5 bis 60 Minuten je für Vorder- und Rückseite. In letzterer Dauer wurde, falls kein Erfolg eintrat, noch eine Woche lang weiter bestrahlt. Meist traten, nach 4—5 Tagen Vollbestrahlung, Schizonten im Blute auf, so daß die Bestrahlung abgebrochen und die Nochtsche Chininkur eingeleitet werden konnte. An Nebenwirkungen wurden Erytheme gesehen, die nach Aussetzen der Bestrahlung, bei Zinkpuderung abheilten. Die Provokation erscheint nur bei chronischen Malariafällen, bei denen das klinische Gesamtbild latentes Fortbestehen des Leidens vermuten läßt, indiziert.

Nr. 25, 26 u. 27. Friedr. Helm-Prag: **Seltene Röntgenbilder des Ösophagus.** H. beschreibt zunächst einen Fall von Traktionsdivertikel. Das Divertikel fand sich zwischen dem zweiten und dritten Drittel des Ösophagus an der rechten Wand. Es war durch schwielige Tuberkulose der unteren tracheobronchialen Lymphknoten, Verwachsung und Retraktion bedingt (Kontrolle). Ösophaguskarzinome können im Frühstadium (Faulhaber) sich durch Störung der Deglutition verraten, noch ehe Stenose oder Ulzeration nachweisbar sind. Als Hauptsymptom des Speiseröhrenkrebses muß Stenose, Schattendefekt, zerfetzte Kontur gelten. Gelegentlich kann durch ein Aneurysma der Aorta der gleiche Symptomkomplex (Abknickung und Achsenverschiebung des Ösophagus, Wand-Verwachsung, Auszerrung) hervorgerufen werden. (Entsprechende, mit Abbildungen belegte Kasuistik.) Mitunter zeigt das Karzinom der Kardia keine eindeutigen und sicheren Anhaltspunkte, zumal wenn es anscheinend mit Kardiospasmus verknüpft ist. Die in einem Falle allgemeiner Dilatation des Ösophagus mit runder Kardiastenose vorgenommene Operation ergab einen derben, den untersten Teil der Speiseröhre ringförmig umschnürenden Tumor. (Gleichzeitig Bestehen von Kardiakarzinom und Kardiospasmus!) Ösophaguskarzinome, die in einen Bronchus durchbrechen, sind selten. H. teilt eine Beobachtung mit, bei der in der Höhe der Bifurkation eine trichterförmige, nach unten verengte Stenose mit starker Zerklüftung der Ösophaguswände bestand. Auf dem Schirm konnte man verfolgen, wie der Bariumschatten nach rechts und abwärts sich



in den Bronchus ergoß und sich weiter gegen das Zwerchfell zu dendritisch verzweigte. H. erweitert die Divertikelkasuistik um einige Fälle von birnförmiger Erweiterung des Ösophagusendes (ohne Kardiospasmus, Feststellung nur bei Aufnahme konsistenter Nahrung), um einen Fall sackartiger Dilatation bei fast totaler Narbenstenose und divertikelartiger Ausbuchtung der Vorderwand bei Narbenverengerung. In drei Fällen von Sklerodermie beobachtete H. verlangsamte Passage für breiige und feste Kontrastspeise. Neben der Beschmierung durch den Brei konnten langgestreckte Gasblasen längere Zeit an derselben Stelle beobachtet werden. Das beschriebene Bild erinnert an das von Holzknecht und Olbert mitgeteilte Verhalten bei Ösophagusatonie.

Zentralbl. f. Chir. 1918.

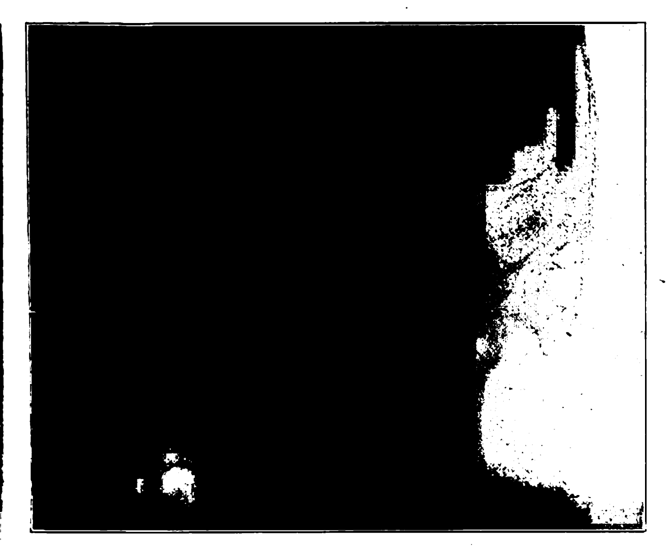
Nr. 32. Ad. Melchior-Breslau: **Zur Therapie der Luxatio coxae centralis.** Ein einheitliches, einfach zu handhabendes Vorgehen, das nicht nur der Reposition des Schenkelkopfes und der Wiederaufrichtung des Pfannengrundes gerecht wird, sondern das auch das Zurückfedern der in normale Stellung gebrachten Teile verhindert, fehlt einstweilen. Für M. hat sich bei einem Bruch der rechten Beckenhälfte mit Trennung von Darmbein und Scham- und Sitzbein (Einragen des Oberschenkelkopfes in die Beckenhöhle) ein Extensionsverfahren bewährt, wobei der Zug an einem Bohrerhandgriff erfolgt, der von der Gegend des Trochanter major in der Richtung zum Schenkelhals eingebohrt worden ist. Mit diesem Verfahren gelang zunächst die Reposition und das erreichte Resultat nach vier Monaten war leidlich gut. M. ist der Meinung, daß diese Extensionsform sich ganz allgemein für die Behandlung der zentralen Hüftluxation eigne. Er hat von Reimann (Breslau) einen Extensionsbohrer anfertigen lassen, der zur Einführung einen abnehmbaren Handgriff besitzt. M. verspricht sich von diesem Prinzip auch Erfolge bei veralteten traumatischen, vielleicht auch kongenitalen Luxationen, so daß die eigentlichen operativen Eingriffe nach vorausgeschickter Distraktion vermieden werden können.

Med. Klin. 1918. Nr. 43.

Wilh. Weitz-Tübingen: **Über das Orthodiagramm bei Aortenstenose.** Mitteilung von zwei Fällen „angeborener Stenose der Aorta". Bei den betreffenden Beobachtungen (San.-Vzfw. von 22 Jahren, Landwirtstocher von 20 Jahren) fehlt die anatomische Kontrolle der Diagnose. Die Annahme, daß die Stenose angeboren ist, beruht im wesentlichen auf der Annahme, daß bemerkenswerte Erkrankungen nicht vorausgegangen sind oder nicht bekannt waren. Das Kardiogramm zeigte in beiden Fällen starke Schwingungen während der Austreibungszeit; ebenso zeigte der Carotispuls starke, dem hörbaren Geräusch entsprechende Wellen: im Orthodiagramm hatte das Herz die Form eines liegenden Eies, also die charakteristische Aortenkonfiguration mit mäßiger Erweiterung nach links. Bei beiden Orthodiagrammen bestand ein deutliches Hervortreten des zweiten linken Bogens. Weitz ist der Meinung, daß das Vorspringen des zweiten Bogens auf eine bei der Aortenstenose vorhandene Erweiterung des linken Vorhofes bezogen werden müsse. (Entsprechend den experimentellen Untersuchungen H. Straubs.) (Grödel bezieht das Hervortreten des zweiten linken Bogens auf eine Erweiterung der für die Aortenfunktion eintretenden Pulmonalis.) Die Erhöhung des Widerstandes in der Aorta soll vermehrten systolischen Rückstand im Ventrikel mit Steigerung des diastolischen Drucks zur Folge haben. Die vermehrte Ventrikelfüllung bedingt die Erweiterung des Herzens nach links. (Hypertrophie und Dilatation mit Rückwirkung auf den linken Vorhof.) — (Die Differenz der Meinungen kann nur durch abgeschlossene Mitteilungen (anatomische Untersuchung!) geklärt werden. Bei der Annahme einer angeborenen Aortenstenose muß auch mit anderen Bildungsfehlern usw. gerechnet werden. D. Ref.)

Carl Klieneberger (Zittau).

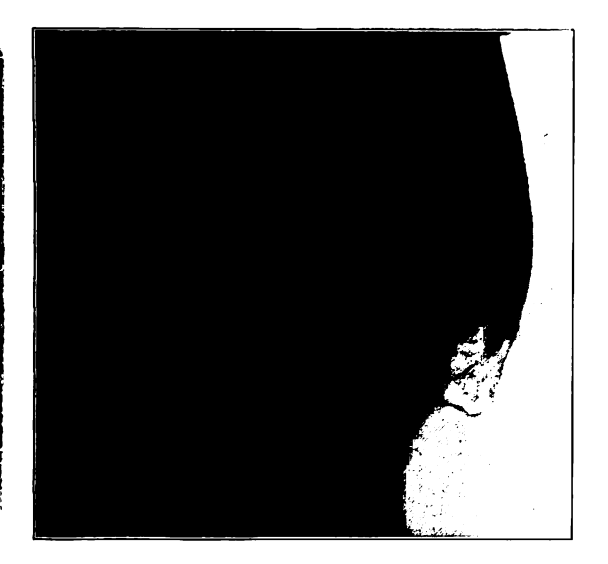
Druck von Hesse & Becker in Leipzig.



Jacobs



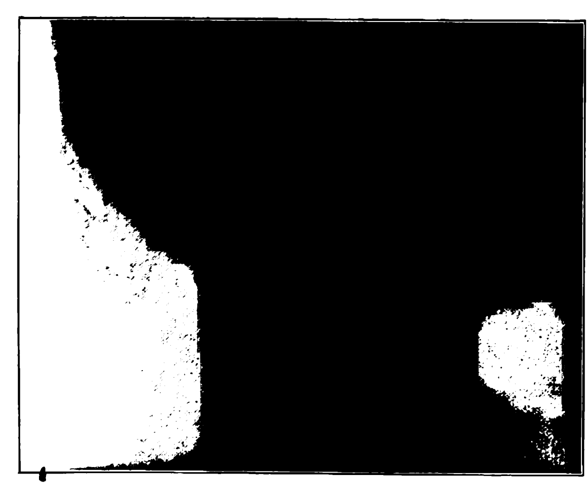
Jacobs



Baumgartner



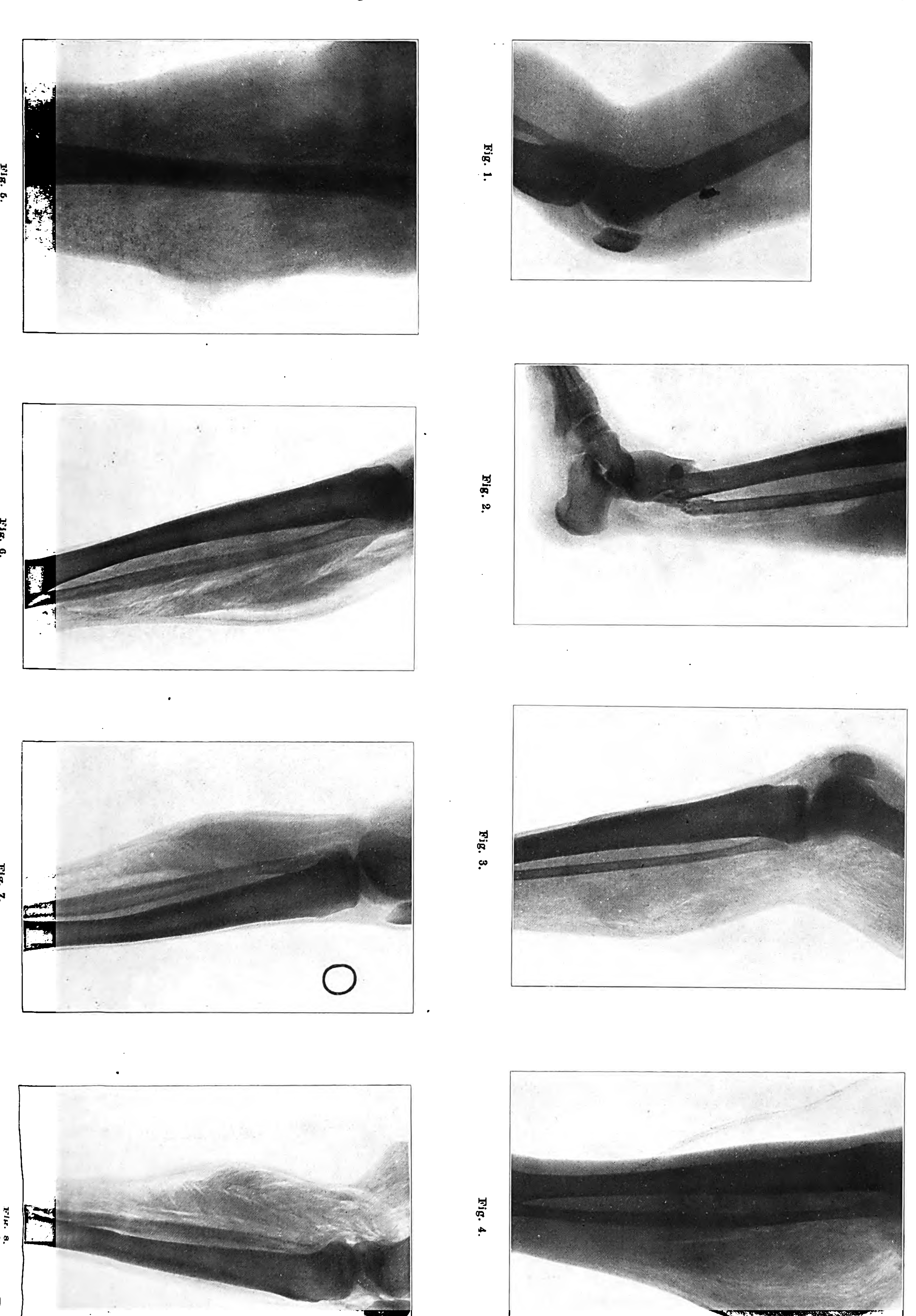
Baumgartner



Gerstenberger



Gerstenberger


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.

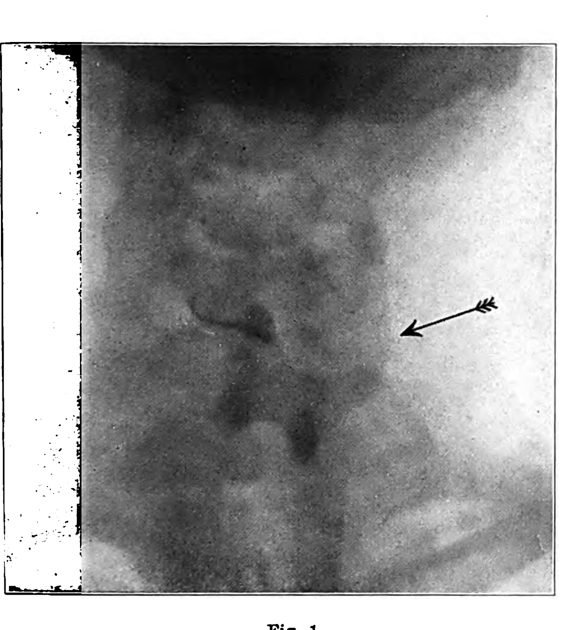


Fig. 1.
erschlucktes Gebiß, festsitzend in Höhe des 7. Halswirbels.

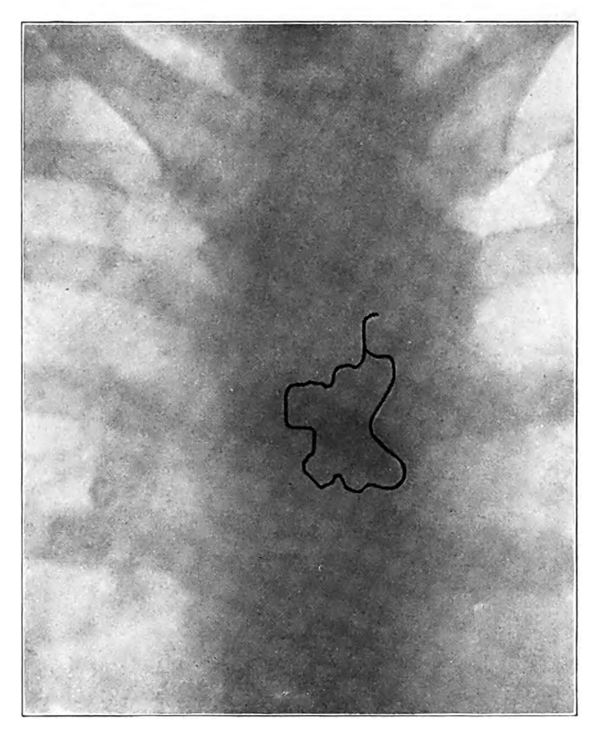


Fig. 2.
Verschlucktes Gebiß, wandernd, z. Zt. in Höhe des Brustwirbels. Da infolge der Wirbelschatten die Umgrenzungen des Gebisses unscharf sind, so sind dieselben eingezeichnet worden.

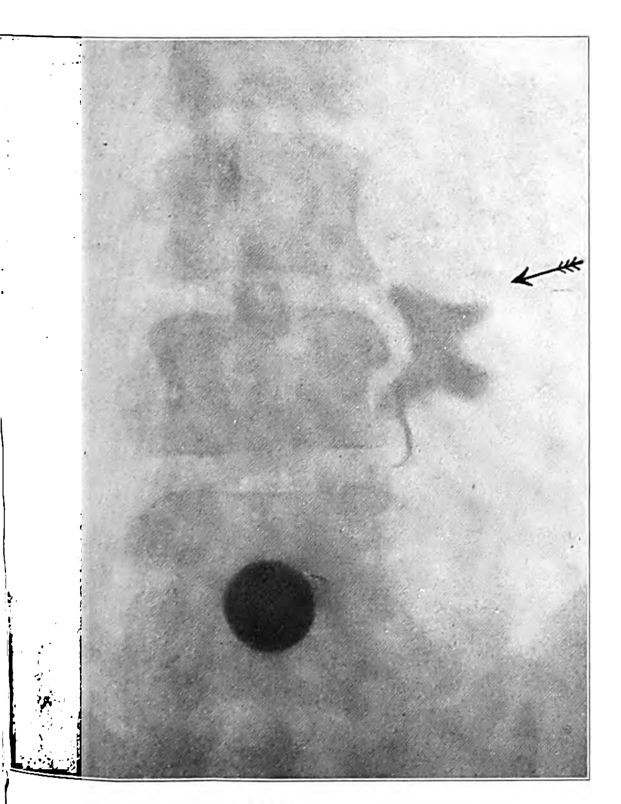
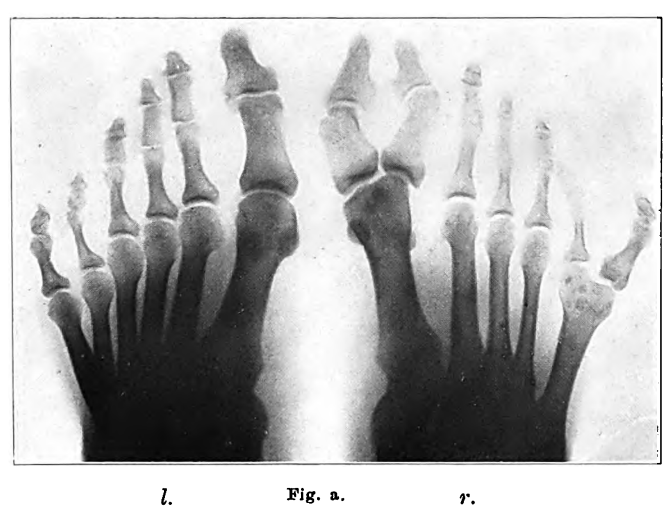
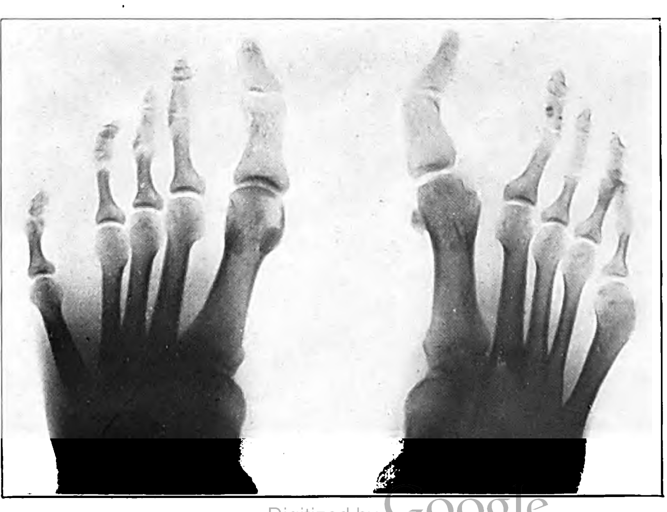


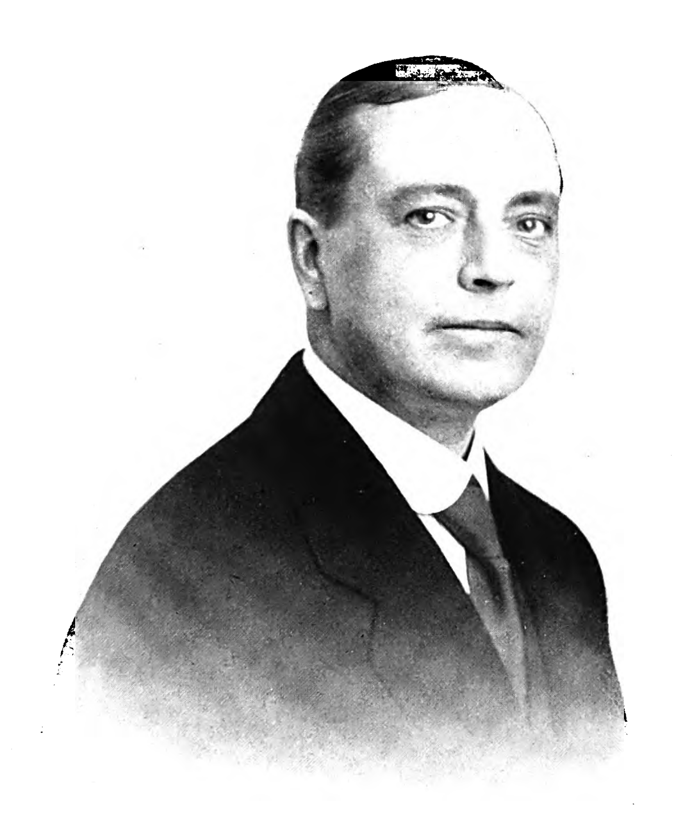
Fig. 3.
Verschlucktes Gebiß, im Magenfundus liegend.



l. Fig. a. *r.*



l. Fig. b. *r.*



Aus dem Reservespital Zagreb 2 in Triest (Kommandant Stabsarzt Dr. Thaler).

Zur Frage der akuten Knochenatrophie bei Knochenbrüchen.

Von

Dr. **Robert Lenk,** Wien,

zugeteilt als Röntgenarzt der Chirurgengruppe III des souv. Malteserritterordens
(Klinik Generalstabsarzt v. Hochenegg).

(Hierzu Tafel XIV.)

Ohlmann (1) hat vor etwa einem Jahre auf Grund sechs eigener Beobachtungen neuerlich auf die Bedeutung der akuten Knochenatrophie als Folgezustand von Verletzungen aufmerksam gemacht.

Diese zuerst von Sudeck (2) beschriebene Knochenveränderung hat seither Chirurgen und Röntgenologen interessiert und wurde namentlich mit Rücksicht auf ihre Ätiologie lebhaft studiert. Ein genaues Eingehen auf die Literatur unterlasse ich, teils, weil sie von Ohlmann genügend ausführlich besprochen wird, teils, weil mir manche Publikationen bei meiner jetzigen Einteilung nicht zugänglich sind. Das möge auch als Entschuldigung dienen, wenn eine oder die andere Arbeit, die vielleicht zu manchen ähnlichen Ergebnissen gekommen ist wie meine Untersuchungen über die strittigen Fragen unberücksichtigt geblieben sein sollte.

Die Sudecksche Knochenatrophie findet sich im Gefolge und als Begleiterscheinung der verschiedensten Erkrankungen der Gelenke und Knochen: chronische und akute Entzündungen, vor allem Tuberkulose, Gonorrhoe, seltener Lues usw., nach Traumen, mitunter auch bei reinen Weichteilaffektionen (Phlegmone) ohne Mitbeteiligung der Knochen. Gleichzeitig mit der Knochenatrophie sind häufig trophische Veränderungen in den Weichteilen zu konstatieren: Verdünnung der Haut, manchmal Cyanose oder Marmorierung, eventuell Ödem derselben, glossy-skin, Braunfärbung und Brüchigwerden der Nägel, Hypertrichosis usw.

Die voll ausgebildete akute Knochenatrophie gibt röntgenologisch ein sehr markantes Bild. Schon bei der bloßen Durchleuchtung fällt die abnorme Helligkeit der betreffenden Knochenteile oder Gelenke auf, die manchmal direkt den Eindruck eines großen Knochendefektes erweckt. In der Aufnahme erscheint das Strukturbild verschwommen, der ganze Knochen fleckig, dichte Stellen wechseln mit abnorm hellen ab. Die Spongiosazeichnung ist rarefiziert, die einzelnen Bälkchen häufig verdickt und verwaschen. Das Knochenbild ist von kleinsten Lücken durchsetzt. Da die Spongiosa sehr häufig knapp unter der Corticalis besonders stark aufgehellt erscheint, tritt letztere oft in besonders scharfen Strichen hervor, was man besonders schön ausgeprägt an Hand- und Fußwurzelknochen beobachten kann. Wenn der Resorptionsprozeß auch die Corticalis ergreift, kann der Kontur des Knochens und damit die Gelenkslinie unscharf, zerrissen aussehen, so daß man den Eindruck von arthritischen Veränderungen erhält.

Diese akute Form der Atrophie geht dann gewöhnlich in die chronische und schließlich in Heilung (restitutio ad integrum) über. Da diese Stadien nicht mehr in den Bereich meiner Untersuchungen fallen, soll davon weiter nicht die Rede sein.

Als zugeteilter Röntgenarzt bei der Chirurgengruppe III des souv. Malteserritterordens (Chefarzt R. A. Dr. Demmer, Assistent der Klinik v. Hochenegg), die nach langer Tätigkeit im Felde seit einigen Monaten als Frakturenstation der Isonzoarmee in der Etappe etabliert ist, hatte ich Gelegenheit, der Frage der akuten Knochenatrophie näher zu treten. Ich betone ausdrücklich, daß sich die folgenden Ausführungen nur auf die im Gefolge von Frakturen (stumpfen und Schußfrakturen) auftretenden Atrophien beziehen, die symptomatischen Knochenatrophien bei anderen Erkrankungen (Tuberkulose, Gonorrhoe usw.) gehören nicht in den Bereich meiner Untersuchungen. Ich habe aus dem Frakturenmaterial von zwei Monaten 43 Fälle, die in bezug auf Krankheitsdauer und Möglichkeit einer Beobachtung günstig waren, mit Rücksicht auf Stelle, Art und Schwere der Verletzung und Behandlungsform jedoch wahllos einem näheren Studium unterzogen. Untersucht wurden in jedem Falle die Frakturstelle und sämtliche Gelenke der verletzten Extremität, bei jedem halbwegs zweifelhaften Untersuchungsresultat wurden Vergleichsaufnahmen mit der gesunden Seite hergestellt.

Die Untersuchung erstreckte sich auf folgende 4 Fragen:

1. Zeitpunkt des Auftretens der akuten Atrophie.
2. Sitz und Häufigkeit.
3. Ätiologie.
4. Abhängigkeit einer verzögerten Kallusbildung von der akuten Knochenatrophie.

1. Zeitpunkt des Auftretens der akuten Knochenatrophie.

Sudeck selbst beobachtete das Bild der akuten Knochenatrophie $4^1/_2$ Wochen nach Eintritt der primären Schädigung, nach Ohlmann kann man den ausgesprochenen, oben beschriebenen Befund meist nach 6—8 Wochen erheben. Doch meint er, daß dieser nicht dem Beginn der Sudeckschen Atrophie entsprechen kann, „die Knochenveränderungen der früheren Zeit scheinen im Röntgenbild nicht sichtbar zum Ausdruck zu kommen, wenigstens sind sie bis jetzt nicht gesehen worden". Auf Grund eines selbst beobachteten Falles glaubt er, daß in einem früheren Stadium der Atrophie der Knochen von scharf begrenzten, aufgehellten Flecken durchsetzt, im allgemeinen etwas aufgehellt, die Spongiosastruktur dabei jedoch noch klar erscheine. Erst später trete dann das charakteristische Verwaschene der Zeichnung auf.

Meiner Erfahrung nach ist die Atrophie am leichtesten an den peripheren Gelenken (Hand und Fuß) nachweisbar. Ich habe deshalb beim Studium der Frage des Beginnes der Atrophie vor allem diese Gelenke untersucht, dabei natürlich zur Erkennung kleinster Differenzen stets Vergleichsaufnahmen mit der gesunden Seite hergestellt.

Der früheste Zeitpunkt, an dem ein Unterschied der kranken gegenüber der gesunden Seite nachzuweisen war, war noch vor Ablauf der vierten Woche nach der Verletzung.

Beispiel: T. J., Trainsoldat, verwundet am 22. IV. 18 durch Stockschlag, eingeliefert am 7. Tage nach der Verletzung.

Röntgenbefund am Tage der Aufnahme: Querfraktur des Radius im unteren Drittel mit dislocatio ad latus dorsal um Knochenbreite.

Reposition, Pistolenschiene.

Röntgenbefund 17. V. (d. i. 25 Tage nach der Verletzung): Noch geringe dorsale Verschiebung des distalen Fragmentes, sonst guter Stand. Verkalkter Kallus nicht zu sehen. Fraktur noch etwas federnd. Handwurzel der kranken Seite heller als auf der gesunden bei normaler Struktur.

Wir sehen hier also das früheste Stadium der akuten Knochenatrophie im Röntgenbilde. Es ist gekennzeichnet durch eine leichte allgemeine Aufhellung des Knochens bei erhaltener Spongiosazeichnung. Es kann schon in der 2. Hälfte der 4. Woche nach der Verletzung nachweisbar sein.

Das ausgesprochene Bild der akuten Atrophie, wie es früher beschrieben wurde, entwickelt sich nun sehr schnell. In der 5. und am Ende der 5. Woche ist es durchgehends in voller Deutlichkeit nachweisbar.

Beispiel: Leutnant P. C., eingeliefert am 17. V. 18, stürzte vor $4^1/_2$ Wochen über eine Stiege, fiel dabei auf die vorgestreckte Hand. Auf die Haltung derselben beim Sturze kann er sich nicht erinnern. Diagnose im Feldspital: Distorsio manus.

Röntgenbefund 17. V.: Volare Luxation des Os naviculare. Splitterung am Os triquetrum (wahrscheinlich Abrißfraktur). Radiusepiphyse, einzelne Handwurzelknochen und die Basis der Metakarpen deutlich aufgehellt, Struktur verwaschen, Spongiosabälkchen verdickt, stellenweise unscharfe Konturierung (akute Knochenatrophie) (Bild 1).

Wir sehen hier also in einem $4^1/_2$ Wochen alten Falle die akute Knochenatrophie schon unverkennbar ausgebildet, was mit Sudecks Angaben übereinstimmt. Den röntgenologisch erkennbaren Beginn der Erkrankung müssen wir jedoch, wie der erstbeschriebene Fall zeigt, noch etwa eine Woche früher setzen.

2. Sitz und Häufigkeit der akuten Knochenatrophie.

Schon Sudeck berichtet, daß die Atrophie meistens nur an Hand und Fuß zu beobachten ist und führt das darauf zurück, daß die zahlreichen kleinen Gelenke dieser Extremitätenteile für eitrige Affektionen, die seiner Ansicht nach ursächlich am häufigsten in Betracht kommen, besonders disponiert sind. Nach Ohlmann lokalisiert sich die Atrophie bei langen Knochen meist nur in den Epiphysen, während die Diaphysen frei bleiben. Von seinen 6 Fällen betreffen 3 die Hand und 3 den Fuß, wobei der Sitz der Atrophie auch stets dem Sitze der primären Erkrankung entsprach.

Unter den von mir wahllos untersuchten Fällen waren 16 reine Diaphysenfrakturen. Von diesen zeigte nur einer eine deutliche Aufhellung des Knochens im Bereiche der Frakturstelle, und zwar nur auf die allernächste Umgebung des Knochenbruches beschränkt; die Verletzung (Oberschenkelschußfraktur) war bei der Untersuchung $4^1/_2$ Monate alt. Es handelte sich gleichzeitig um eine schwere lokale und Allgemeininfektion.

18 Fälle betrafen den der Epiphyse benachbarten Knochenabschnitt des Schaftes, die sogenannte Metaphyse. Von diesen zeigten 6 eine deutliche Atrophie. Es waren $2^1/_2$—5 Monate alte Verletzungen, die meist wegen hochgradiger Splitterung und Infektion so lange Zeit in immobilisierenden Verbänden behandelt werden mußten. Darauf komme ich später noch zurück.

9 Fälle waren Epiphysen- resp. Gelenksfrakturen. 8 von ihnen zeigten deutliche Knochenatrophie in mehr oder weniger vorgeschrittenem Grade. Der neunte, $4^1/_2$ Wochen nach der Verletzung in konsolidiertem Zustand untersucht, war mit Gipsgehverband behandelt worden, worüber später ausführlich gesprochen werden soll.

Wir sehen also, wenn wir nur die Frakturstelle untersuchen, daß Diaphysenfrakturen selten, Metaphysenfrakturen häufiger, Epiphysen- und Gelenksbrüche so gut wie immer zu Knochenatrophien führen. Ohlmann bezeichnet die Atrophie noch als relativ seltenes Vorkommnis. Nach Hilgenreiner (5), dessen Ausführungen mir leider nur in Form eines kurzen Referates über seinen Vortrag bekannt sind, findet sich die Atrophie nach Schußfrakturen relativ häufig.

Ein ganz anderes Bild von der Häufigkeit der Knochenatrophie nach Knochenbrüchen erhält man, wenn man, wie ich es prinzipiell in jedem Fall getan habe, außer der Frakturstelle sämtliche Gelenke der verletzten Extremität untersucht. Mit Ausnahme von 5 Fällen, die Gipsgehverbände getragen hatten, zeigten alle eine der Dauer der Erkrankung entsprechend ausgebildete Atrophie aller Gelenke der betreffenden Extremität mit dem eingangs beschriebenen Bilde der akuten Knochenatrophie. Dabei zeigt sich, daß der Grad der Atrophie in den verschiedenen Gelenken gewöhnlich gegen die Peripherie zunimmt, und zwar ganz unabhängig von dem Sitze der primären Noxe. Nur in seltenen Fällen ist das der Frakturstelle nächstgelegene Gelenk am meisten betroffen. Am undeutlichsten ist die Atrophie im Hüftgelenk, was wohl zum großen Teile mit der Schwierigkeit ihrer Darstellbarkeit daselbst zusammenhängt.



Beispiele: 1. H. Th., Infanterist, verwundet 30. I. durch Gewehrschuß. Eingeliefert am 6. II. mit Schußfraktur des Oberarms.

Röntgenbefund 7. II.: Zersplitterung des Humerusschaftes vom Collum chirurgicum 6—8 cm nach abwärts. Humeruskopf abgesprengt, nach unten luxiert und um 90° nach oben gedreht, mehrfach fissuriert.

Keine Nerven- oder Gefäßkomplikation. Inflammation der Einschußwunde.

Feuchter Verband.

10. II. Inzision zu beiden Seiten und in der Mitte der m. deltoideus. Drainage.

Röntgenbefund 29. III. (d. i. 2 Monate nach der Verletzung): Reichlich Kallus zwischen Kopf und Schaft. Fragmente noch etwas federnd. Hochgradige Atrophie des Humeruskopfes, des Ellbogen- und Handgelenkes, sowie der Fingergelenke (Bild 2 und 3).

2. F. J., Infantrist (ambulatorisch untersucht).

Vor 8 Monaten Schußverletzung des Oberarmes, wegen dauernder Eiterung und Fistelbildung seither immer inaktiv. 3 Fistelöffnungen. Inaktivitätsankylose in allen Gelenken des Armes.

Röntgenbefund: Konsolidierte Splitterfraktur im mittleren Drittel des Humerus in einer Ausdehnung von 15 cm. Mehrere Aufhellungsherde im Knochen. Im Bereiche der hinteren Fistel weist der Knochen einen 5 mm tiefen, unscharf begrenzten Randdefekt auf. Massenhaft kleinste Metallsplitter in den Weichteilen. Die Fisteln führen alle tief in den Knochen zu den Sequesterhöhlen (Fistelfüllung). Hochgradigste Atrophie aller Gelenke. Im Handgelenk und den Fingergelenken ist der Knochen glasig, durchsichtig, fast strukturlos, es sind nur ganz vereinzelte, zarte Knochenbälkchen zu sehen.

Auf Grund des Gesagten müssen wir also unsere Anschauung über die Häufigkeit und den Sitz der akuten Knochenatrophie korrigieren:

An der Bruchstelle entwickelt sie sich selten und relativ spät bei Diaphysenfrakturen, häufiger bei Frakturen der Metaphyse, immer bei Epiphysen- und Gelenkbrüchen.

Man findet sie aber nach jeder Fraktur (über die vorhin genannten Ausnahmen von mit Gipsgehverbänden behandelten Unterschenkelbrüchen werde ich im nächsten Abschnitt sprechen), und zwar kurze Zeit (4—5 Wochen) nach der Verletzung unabhängig von der Lokalisation der Fraktur in den Gelenken der betreffenden Extremität.

Schwere trophische Störungen in den Weichteilen habe ich als Begleiterscheinung der akuten Knochenatrophie nie gesehen, hingegen waren solche leichteren Grades (Cyanose, Ödem, leichte Verdünnung der Haut usw.) häufig.

3. Ätiologie der akuten Knochenatrophie.

Seit Bekanntwerden der akuten Knochenatrophie haben sich die Autoren hauptsächlich mit der Erforschung der Ursachen dieser Knochenaffektion befaßt. Die Literatur über diese Sache ist bei Ohlmann ausführlich besprochen, weshalb ich mich hier nur auf das Wichtigste beschränke.

Von allem Anfang an standen einander 2 Ansichten gegenüber: von den einen wurde die akute Knochenatrophie als reine Inaktivitätsatrophie aufgefaßt, während der weitaus überwiegende Teil der Untersucher (vor allem Kienböck (3) und Sudeck selbst) die Inaktivität als Ursache ausschließen zu können glaubten (die Knochenatrophie trete auch ohne Ruhigstellung auf, werde durch mediko-mechanische Maßnahmen eher verschlimmert, sei stets von trophischen Störungen in den Weichteilen begleitet usw.) und die Knochenatrophie als reflektorisch-trophoneurotische Erkrankung auffaßten, bedingt durch Reizung der trophischen Zentren auf dem Wege der sensiblen Nerven und Abschwächung der Funktion derselben. Ohlmann schließt sich dieser Ansicht im wesentlichen an, doch variiert er die Hypothese, indem er nicht eine Funktionsabnahme in den trophischen Zentren annimmt, sondern eine Umstimmung derselben in dem Sinne, daß nun von ihnen negative, atrophische Reize ausgehen, die den Abbauprozeß im Knochen einleiten. Von neuesten Untersuchern kommt Lehmann (4) auf Grund einiger selbstbeobachteter Fälle von Knochenatrophie nach Nervenschüssen zu der Erklärung, daß die Atrophie vornehmlich durch reflektorische Veränderungen des Vasotonus

verursacht sei, die ihrerseits wieder Blutverteilung und Knochenernährung beeinflusse. Die Annahme spezifischer trophischer Fasern sei zur Erklärung überflüssig. Hilgenreiner, dessen Untersuchungsgang mir leider nicht zugänglich ist, kommt zu der Überzeugung, daß als Ursache vor allem die Inaktivität in Betracht kommt, während in anderen Fällen Ischämie oder individuelle, prädisponierende Momente eine Rolle spielen.

Der Versuch Brandes' (6), auf experimentellem Wege die Frage zu lösen, kann nicht als glücklicher bezeichnet werden. Wenn er nach Durchschneidung der Achillessehne bei Kaninchen sehr rasch auftretende Atrophie des Kalkaneus nachweist und das für die Inaktivitätstheorie ins Treffen führt, kann ihm von Gegnern dieser Anschauung erwidert werden, daß die Atrophie durch den Reiz der Verletzung selbst bedingt sein konnte. Man müßte eine vollkommen gesunde Extremität ruhig stellen und untersuchen, ob eine Atrophie in derselben Zeit und in demselben Grade auftritt wie nach einer die Atrophie sonst auslösenden Ursache, um sich durch das Experiment von der Bedeutung der Inaktivität für das Zustandekommen der akuten Knochenatrophie eine Vorstellung zu verschaffen. Ein derartiger Versuch stößt natürlich auf große Schwierigkeiten.

Wie lassen sich nun die von uns erhobenen Befunde zugunsten der einen oder der anderen von den beiden Anschauungen verwerten?

Die im vorhergehenden Abschnitte mitgeteilten Resultate der Untersuchung über Lokalisation der Atrophie rücken die Auffassung der Knochenatrophie als Inaktivitätsatrophie wieder in den Vordergrund. Unabhängig vom Sitze der primären Noxe erkranken in jedem Falle die Gelenksanteile aller Knochen der betreffenden Extremität, also der bei der Funktion wesentlichste Abschnitt derselben, dabei ist oft ein von der Frakturstelle weit entferntes Gelenk stärker betroffen als das benachbarte; die Atrophie tritt in allen Gelenken ungefähr gleichzeitig auf und hat überall denselben Charakter, den der akuten, fleckigen Atrophie.

Wäre das primäre Trauma allein ohne Rücksicht auf die Funktion der Extremität für die Entstehung der Atrophie verantwortlich zu machen, wie die meisten Autoren annehmen, so müßte man voraussetzen, daß der Grad derselben der Schwere der Verletzung parallel geht, daß vor allem die Schußfrakturen mehr zur Atrophie neigen als stumpfe, da sie ja im allgemeinen lokal die schwerere Schädigung setzen. Unter unseren Fällen waren 19 stumpfe, unkomplizierte, die übrigen Schußfrakturen. Ein prinzipieller Unterschied zwischen beiden in bezug auf den Grad der sich entwickelnden Knochenatrophie besteht nicht. Nur die schweren Splitterfrakturen der Metaphyse machen den Eindruck, als ob sie rascher zu einer hochgradigen Atrophie dieses Knochenabschnittes führen würden; dies erklärt sich zwanglos aus der durch die Splitterung bedingten Ernährungsstörung. Die schweren, seit Monaten bestehenden Eiterungen durch Sequesterbildung, die ich anläßlich von Konstatierungen zu sehen Gelegenheit hatte und die auch zu den schwersten Atrophien führten, waren auch stets sehr lange Zeit mit fixierenden Verbänden behandelt worden, so daß man mit demselben Rechte die lange Inaktivität als Ursache der schweren Atrophie beschuldigen konnte wie die langdauernde Eiterung, sich sogar aus den oben angeführten Gründen (Unabhängigkeit der Lokalisation von der Frakturstelle) eher für die Inaktivität entscheiden mußte.

Gegen die Auffassung der akuten Knochenatrophie als durch die primäre Noxe bedingte Trophoneurose spricht auch der Umstand, daß der Grad der Atrophie absolut nicht mit der Schwere der anderen trophischen Störungen parallel geht.

Man muß weiterhin zur Klärung dieser Frage folgende Erwägung anstellen: da die Gelenke besonders zur Atrophie disponieren, müssen Gelenksfrakturen, falls die primäre Noxe an sich die Atrophie bedingt, weitaus schwerere Formen der Knochenatrophie erzeugen als vom Gelenk weit entfernte Schaftfrakturen. Dies ist durchaus nicht der Fall. In den von mir untersuchten Fällen von Gelenks- und Epiphysenbrüchen entsprach die Atrophie im allgemeinen der Dauer der Erkrankung und unterschied sich weder in der Form noch in der Intensität von der Gelenksatrophie bei einer Diaphysenfraktur.

Als wichtigen Grund gegen die Inaktivitätshypothese führen die Autoren an, daß es nicht gelinge, durch passive Bewegungen die Atrophie zum Schwinden zu bringen, ja nach Sudeck soll sie sogar unter mediko-mechanischer Behandlung oft noch zunehmen. Hier muß vor allem bemerkt werden, daß passive Bewegung durchaus nicht identisch ist mit Funktion des Gelenkes, dazu gehört noch der lokale Reiz des sich kontrahierenden, in Gelenksnähe sich ansetzenden Muskels und die Belastung des Knochens, resp. des Gelenkes, die, wie wir später sehen werden, eine große Rolle spielt.

Ich konnte leider an meinen Fällen nicht eingehend studieren, ob auch aktive Bewegungen die nach Frakturen auftretenden Atrophien nicht zur Heilung zu bringen vermögen. Die Aufstellung des Spitales in der vorderen Etappe bringt es mit sich, daß man die Patienten meist spätestens kurz nach Konsolidation der Fraktur ins Hinterland abschieben muß, wodurch eine weitere Kontrolle unmöglich wird. Derartige Untersuchungen wären daher im Hinterlande anzustellen. Einen Fall sehr schwerer Knochenatrophie konnte ich jedoch längere Zeit nach Heilung der Fraktur beobachten. Auszug aus der Krankengeschichte:

W. R., Feldw., verw. 19. XII. 17 durch Schrapnellschuß. Im Feldspital Inzision wegen Phlegmone, fixierender Verband.

Erste Röntgenuntersuchung bei uns am 5. III. 18 (d. i. 11 Wochen nach der Verletzung).

Röntgenbefund: Splitterfraktur der Basis und des dorsalen Schaftanteiles der Metatarsi IV und V. Synostose des Metatarsus V mit dem Os cuboideum; geringe Kallusbildung. Hochgradige fleckige Atrophie der ganzen Fußwurzel; blasige Atrophie aller Metatarso-, Phalangeal- und Interphalangealgelenke (Bild 4).

Der Patient erhielt einen Gipsgehverband mit Fensterung (wegen Fistel), war aber wegen starker Schmerzen nicht zu bewegen, herumzugehen. Erst nach Heilung der Fistel und Abnahme des Gipsverbandes (20. IV.) begann er, auf den Fuß aufzutreten, um schließlich fleißig herumzugehen.

Etwa 4 Wochen hernach neuerliche Röntgenuntersuchung:

Die Fußwurzel erscheint noch immer stark aufgehellt, die Strukturzeichnung ist jedoch wieder reinlich geworden, an einzelnen Stellen (namentlich unter der Kortikalis) auch dichter (Bild 5).

Es sind also deutliche Zeichen von Restitutio ad integrum auf dem Wege über die chronische Atrophie wahrzunehmen.

Ich will aus diesem einen Falle von deutlichem Rückgang der Atrophie nach Einstellung der Inaktivität und Einleitung aktiver Bewegungen mit Belastung des Knochens keine bindenden Schlüsse ziehen; man könnte die Besserung auch auf die Ausheilung der Fistel zurückführen. Aber selbst, wenn wir als erwiesen annehmen, daß die Einleitung eines mobilisierenden Verfahrens die Atrophie nicht schnell und deutlich zum Schwinden bringt, läßt sich das noch immer nicht gegen die Inaktivitätstheorie verwerten. Die voll ausgebildete, schwere Knochenatrophie stellt eben eine so eingreifende Veränderung dar, daß sie lange Zeit zu ihrer Heilung braucht. Es ist dies ja nicht der einzige Fall in der Medizin, bei dem ein Krankheitsbild durch Behebung der Ursache nicht ohne weiteres zum Schwinden gebracht werden kann.

Viel wichtiger als die Frage, ob man eine Knochenatrophie durch Einleitung einer Bewegungstherapie zum Schwinden bringen kann, ist die Untersuchung, ob sich das Auftreten der Atrophie bei Knochenbrüchen überhaupt verhindern läßt, wenn man die Fraktur von vornherein nicht bei völliger Ruhigstellung der Extremität, sondern von allem Anfang an in Apparaten behandelt, die gleichzeitig in weitest möglichem Ausmaße eine Funktion der Gelenke und Knochen gestatten.

Die Funktion eines Gelenkes ist, wie bereits früher angeführt, durchaus nicht durch die Tatsache des Aneinandergleitens und -reibens der Gelenkskörper voll gekennzeichnet, wie es die passive Bewegung ermöglicht. Ganz wesentliche Faktoren sind dabei die Belastung der Gelenke und des Knochens, sowie der lokale Reiz am Knochenansatze des sich kontrahierenden Muskels, die nur bei der aktiven Funktion des Gelenkes in Erscheinung treten.

Eine Behandlung der Frakturen mit gleichzeitiger aktiver Bewegung aller Gelenke der

verletzten Extremität ist derzeit noch nicht inauguriert, wohl auch nicht möglich. Es mußte also untersucht werden, wie sich der Knochen unter Beibehaltung einzelner der beschriebenen Faktoren der Gelenksfunktion verhält.

Da kommen für manche Unterschenkelfrakturen vor allem die Gipsgehverbände in Betracht. Der Gipsgehverband gestattet eine aktive Bewegung des Hüftgelenkes, vor allem aber die Belastung des Knochens durch das Körpergewicht, die gewiß eine sehr weitgehende Inanspruchnahme desselben bedeutet, und es mußte sich zeigen, ob sie genügt, um das Eintreten der Atrophie zu verhindern.

Ich habe 5 Frakturen, die mit Gipsgehverbänden behandelt worden waren, untersucht. 4 davon hatten den Gehverband kurze Zeit nach der Verletzung, einer, nachdem er 3 Wochen in fixierendem Verband gelegen war, bekommen. Bei der Untersuchung war einer $4^1/_2$ Wochen, die anderen 6, 7, $7^1/_2$ und 8 Wochen nach der Verletzung, die letzten 4 also in einer Zeit, wo die Atrophie meiner Erfahrung nach schon im stärksten Grade ausgebildet ist. Keiner von diesen Fällen zeigte auch nur eine Spur von Atrophie. Bei einem Fall, der erst nach 4 wöchentlicher und bei einem zweiten, der nach $5^1/_2$ wöchentlicher Behandlung in vollkommener Ruhelage den Gehverband bekommen hatte, kam die Atrophie zur Entwicklung. Diese beiden Fälle im Verein mit dem vorher genannten, der 3 Wochen nach der Verletzung der aktiven Behandlung unterzogen wurde, geben einen Anhaltspunkt für die Bestimmung des Zeitpunktes der beginnenden akuten Knochenatrophie. Es wäre das die Zeit zwischen 3. und 4 Wochen nach der Verletzung, was mit dem in einem früheren Abschnitt über den Nachweis der ersten Spuren der Atrophie Gesagten übereinstimmt.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich also, daß alle Frakturen, die länger als etwa 3 Wochen vollkommen inaktiv behandelt wurden, unweigerlich zu den oben beschriebenen Atrophien führen, während bei allen, die möglichst frühzeitig die Gelenke der verletzten Extremität belasten (Gipsgehverband), die Atrophie ausbleibt.

Als Beispiel sei nebeneinander über 2 Fälle mit den beiden verschiedenen Behandlungsformen berichtet:

1. F. J., Inf., verw. 31. III. durch Sturz. Eingeliefert am 10. IV.
Röntgenbefund: Schrägfraktur der Fibula im unteren Drittel mit gutem Stand.
Lagerung auf Blechstiefel, Blaubinde; 3 Wochen später Gipsstiefel. Patient liegt die ganze Zeit im Bett.
6. V. Gips entfernt, Fraktur fest.
Röntgenbefund 6. V. (d. i. $5^1/_2$ Wochen nach der Verletzung): Fragmente bei Druck nicht beweglich. Kallus nicht zu sehen. Fleckige Atrophie, besonders am Malleolus tibiae und im Taluskopf.

2. F. K., Kpl. Sturz am 5. IV. Eingeliefert am 6. IV.
Röntgenbefund: Spiralfraktur der Tibia im unteren Drittel ohne Dislokation.
9. IV. Gipsgehverband, Patient geht fleißig herum mit Belastung des verletzten Beines.
Röntgenbefund 22. V. (d. i. $6^1/_2$ Wochen nach der Verletzung): Fraktur konsolidiert, wenig verkalkter Kallus. Weder an der Frakturstelle, noch im Fußgelenk eine Spur von Knochenatrophie.

Zur Erforschung, ob auch rein passive Bewegung eines Gelenkes den Eintritt der Atrophie zu verhindern vermag, wäre es von Interesse, in größerem Maßstabe Gelenke von frakturierten Extremitäten zu untersuchen nach Behandlung derselben in Apparaten, die bei gleichzeitiger Fixation (Extension) der Frakturstelle eine passive Bewegung der Gelenke erlauben. Eine solche Vorrichtung ist der Ansinnsche Extensionsapparat für Oberschenkelfrakturen, der seit einiger Zeit auch bei uns in Verwendung ist. Er ermöglicht bei Extension des frakturierten Oberschenkels eine passive Bewegung im Hüft- und Kniegelenk; gleichzeitig sind im geringen Grade aktive Bewegungen im Sprunggelenk möglich. Natürlich kommen nur solche, unter den Kriegsverletzten nicht allzu häufigen Fälle für die Untersuchung in Betracht, die von allem Anfang an oder doch mindestens vor Ablauf der dritten Woche unter fleißigem

Gebrauch der Bewegungsvorrichtung im Ansinnschen Apparat gelegen sind. Ich hatte in letzter Zeit Gelegenheit, einen derartigen Fall zu untersuchen:

P. L., Inf., verw. durch Sturz am 9. IV. 18, eingeliefert am 10. IV.

Röntgenbefund 10. IV.: Splitterfraktur des linken Femur im unteren Drittel mit Dislokation ad longitud. (Verkürzung zirka 2 cm) und ad axin (medial und nach hinten offener Winkel).

Patient wird 3 Tage in Blechstiefel gelagert, kommt dann in den Ansinnschen Apparat. Er bewegt anfangs wenig, später fleißiger passiv sein Hüft- und Kniegelenk, das Sprunggelenk wird später auch aktiv bewegt.

1. VI. (d. i. etwa $7^1/_2$ Wochen nach der Verletzung): Abnahme des Extensionsapparates. Es zeigen sich alle Gelenke passiv gut beweglich, aktiv jedoch noch keine Bewegungsmöglichkeit. Ziemlich beträchtliche Atrophie der Ober- und Unterschenkelmuskulatur.

Röntgenbefund: Guter Stand. Fraktur konsolidiert. Im Kniegelenk akute Knochenatrophie mäßigen Grades, noch weniger ausgesprochen im Sprunggelenk.

Soweit man also aus einem Fall Schlüsse ziehen darf, kann bloße passive Bewegung eines Gelenkes den Eintritt der akuten Knochenatrophie nicht vollkommen verhindern. Daß in diesem Falle das peripher gelegene Sprunggelenk weniger von der Atrophie ergriffen war als das rein passiv bewegte Kniegelenk, erklärt sich vielleicht daraus, daß es, allerdings in späterer Zeit, auch aktiv bewegt wurde.

Zur Prüfung des Einflusses, den die aktive Muskelkontraktion allein ohne Bewegung des Gelenkes auf die Verhütung der Knochenatrophie hat, wären vielleicht Untersuchungen an Fällen geeignet, die nach einem Vorschlage Sommers (8) zur Vermeidung der Folgezustände zu langer Inaktivität in starren Verbänden mit eingefügten Elektroden zur Faradisation der Muskulatur behandelt wurden. Derartige Fälle stehen mir leider nicht zur Verfügung.

Fassen wir nun die Resultate unserer Untersuchungen über die Entstehungsweise der akuten Knochenatrophie nach Frakturen zusammen, so müssen wir sagen, daß die Lokalisation der Atrophie in den Gelenken der verletzten Extremität, der Zeit und Form nach vollkommen mit der echten Sudeckschen Atrophie identisch, die Unabhängigkeit des Grades derselben von der Schwere der Verletzung und Abhängigkeit von der Dauer der Inaktivität, der Umstand, daß frakturierte Gelenke nicht mehr zur Atrophie neigen als intakte, aber inaktive Gelenke bei Diaphysenfrakturen u. a. m. sehr zugunsten der Inaktivitätstheorie sprechen. Geradezu entscheidend wird jedoch die Diskussion über diese Frage durch die Gegenüberstellung der fix und der beweglich behandelten Frakturen beeinflußt. Jeder, wenige Wochen in voller Ruhelage behandelte Knochenbruch führt unweigerlich zur Atrophie der Epiphyse und der Gelenke, auch rein passive Bewegung des Gelenkes scheint sie nicht vollkommen zu verhindern; hingegen bleibt jedes dauernd belastete und wohl auch jedes aktiv bewegte Gelenk von der Atrophie verschont.

Wir müssen also entschieden leugnen, daß in dem Gros der Fälle von Knochenbrüchen die primäre Noxe an sich auf irgendeinem Wege (trophische Nerven) die Atrophie hervorzurufen vermag, als Zwischenglied ist eine mehrwöchentliche Inaktivität unbedingt notwendig.

In welcher Weise diese Inaktivität zur Atrophie führt, läßt sich natürlich auf Grund von Röntgenbefunden nicht entscheiden. Möglicherweise spielen durch Zirkulationsverlangsamung bedingte Ernährungsstörungen dabei eine Rolle. Natürlich können einmal auch auf andere Weise derartige Ernährungsstörungen hervorgerufen werden (Knochensplitterung, Infektion, Gefäßparalyse durch Nervenschädigung usw.), für die weitaus überwiegende Anzahl von akuten Knochenatrophien nach Frakturen ist jedoch unbedingt die Inaktivität als auslösendes Moment anzusehen.

Daß bei anderen Erkrankungen, vielleicht einmal auch bei einer Fraktur nicht auch lokale Ernährungsstörungen (durch entzündliche Gefäßparalyse, Inaktivität und andere Momente bedingt), sondern durch Vermittlung von zentripetalen Nervenreizen bedingte Veränderungen in den trophischen Zentren (reflektorischen Trophoneurose) die Atrophie auslösen, möchte ich wohl

nicht unbedingt ablehnen, ein solcher Erklärungsversuch wird aber wohl Hypothese bleiben. Ich habe — dies sei hier anhangweise hinzugefügt — u. a. einen Fall von Erfrierung eines Fußes gesehen, der nach 2 Jahren (er war 1 Jahr in Verband und völlig inaktiv) als letzten Rest seiner Erkrankung eine Knochenatrophie im chronischen Stadium aufwies. Wenn man diese schon nicht der lang dauernden Inaktivität zuschreiben will, so ist wohl die Annahme einer Ernährungsstörung durch Gefäßlähmung am naheliegendsten und auch für diesen Fall die Hypothese einer reflektorischen Trophoneurose überflüssig. Müßig ist in jedem Falle eine Diskussion ohne jegliche experimentelle Grundlage darüber, ob eine Abschwächung der normalen trophischen Reize oder die Auslösung von negativen atrophischen Reizen in den trophischen Zentren die Knochenatrophie auslösen.

4. Verzögerte Kallusbildung und akute Knochenatrophie.

Es erscheint von vornherein sehr wahrscheinlich, daß in einem Knochen, in dem sich lebhafte Kalkresorptionsprozesse in Form einer akuten Knochenatrophie abspielen, auch die Neuablagerung von Kalk schwer geschädigt ist, kurz gesagt, daß es hier zu einer Verzögerung der Kallusbildung kommen muß. Ohlmann weist darauf hin, daß diese Frage noch ihrer Lösung harrt und erwähnt einen selbst beobachteten Fall von Knöchelfraktur, der nach achtwöchentlicher Behandlung in fixierendem Verband noch vollständige Beweglichkeit der Fraktur bei Vorhandensein einer akuten Sudeckschen Atrophie an den distalen Gelenkenden des Unterschenkels und der Fußwurzel zeigte. Er vermeidet jedoch auf Grund dieses einen Falles allgemeine Schlußfolgerungen. Solche wären m. E. um so weniger gerechtfertigt, als man nach 8 Wochen fixierendem Verband an dieser Stelle meiner Erfahrung nach so gut wie immer eine akute Knochenatrophie finden muß. Hilgenreiner sieht in der Atrophie eine der Hauptursachen für ausbleibende und verzögerte Konsolidation der Knochenfragmente. Seine Untersuchungen sind mir, wie gesagt, nicht näher bekannt.

Zur Entscheidung dieser Frage habe ich unsere Frakturen nach zwei Richtungen untersucht:

1. Findet man bei einem Teil der Fälle mit ausgesprochener Verzögerung der Kallusbildung eine deutliche Atrophie an der Frakturstelle?
2. Kommt an Stellen mit schwerer Knochenatrophie Kallusbildung mit Kalkablagerung zustande?

Kurz erwähnen möchte ich nur, daß Konsolidation einer Fraktur durchaus nicht identisch ist mit reichlicher, röntgenologisch sichtbarer Kallusbildung, was ich an anderer Stelle (7) des näheren erörtert habe und worauf seinerzeit auch Sommer (8) schon aufmerksam gemacht hat. Hier aber handelt es sich nur um die Frage der röntgenologisch nachweisbaren Kalkablagerung im Kallus.

Unter den Fällen von verzögerter Kallusbildung mußten natürlich solche mit deutlich erkennbarer Ursache derselben ausgeschieden werden. Es fand sich nur einer, eine Splitterfraktur der proximalen Metaphyse der Tibia, die $3^1/_2$ Monate nach der Verletzung noch keine Spur von Kallus zeigte bei hochgradiger Knochenatrophie an der Frakturstelle. Es handelte sich jedoch dabei um eine schwerste Eiterung und Allgemeininfektion, die schließlich auch zur Amputation nötigte. Hier ist wohl der infektiöse Prozeß als Ursache der verzögerten Kallusbildung anzusehen.

Fünf andere Fälle von Diaphysenfrakturen mit verzögerter Kallusbildung ohne klinisch erkennbare Ursache zeigten an der Frakturstelle nicht eine Spur von Atrophie (als Beispiel Bild 10). Die Atrophie an den Epiphysen und Gelenken, die diese Fälle mit allen übrigen gemein hatten, kommt nicht in Betracht.



Die zweite Frage — Kallusbildung im atrophischen Knochen — wurde an 8 Metaphysen- resp. Epiphysen- und Gelenksfrakturen, die an der Frakturstelle eine schwere akute Knochenatrophie aufwiesen, untersucht. In keinem der Fälle war eine Verzögerung der Konsolidation zu beobachten, sie zeigten, was hier vor allem in Betracht kommt, deutliche Kalkablagerung im Kallus in der entsprechenden Zeit.

Als Beispiel diene der schon früher zitierte, in Bild 3 demonstrierte, sowie folgender Fall:

O. V., Inf., verw. 15. XII. 17, eingel. 25. XII., supramalleolare Schußfraktur des Unterschenkels. Röntgenbefund: Splitterfraktur beider Unterschenkelknochen supramalleolar. Etwa 2 cm Verkürzung. Fixierender Verband.

Röntgenbefund 10. II. (8 Wochen nach der Verletzung): Mäßige Menge verkalkten Kallus. Knochenatrophie.

Eine 2 Monate später gemachte Aufnahme zeigt reichlich verkalkten Kallus bei hochgradiger Knochenatrophie. (Bild 6.)

Wir sehen also einerseits in keinem unserer Fälle von verzögerter Kallusbildung Knochenatrophie als Ursache derselben, andererseits trotz schwerster Atrophie reichliche Bildung von verkalktem Kallus. Wir können demnach die akute Knochenatrophie nicht als eine der Ursachen der verzögerten Kallusbildung ansehen.

Ob man sie, wie Hilgenreiner meint, für eine Fragilität der geheilten Knochenbrüche und für später auftretende Deformitäten verantwortlich machen muß, kann ich aus meinen Erfahrungen nicht beurteilen. Nach den anatomischen Untersuchungen, die Ohlmann an einem atrophischen Knochen vornehmen konnte, dessen Epiphyse sich dabei als weich und leicht zusammendrückbar erwies, ist diese Möglichkeit jedenfalls nicht von der Hand zu weisen, für sehr groß können wir jedoch die Gefahr im Hinblick auf die enorme Häufigkeit der Atrophie bei Frakturen und die relative Seltenheit sekundärer Schäden nicht ansehen.

Immerhin erhebt sich von diesem Gesichtspunkte aus die Frage der therapeutischen Beeinflussung der akuten Knochenatrophie. Da, wie wir gesehen haben, die voll entwickelte Atrophie nur sehr schwer und langsam zum Schwinden zu bringen ist, muß man ihr Eintreten möglichst zu verhüten trachten. Dies wird, den im vorhergehenden Abschnitt erörterten Verhältnissen entsprechend, in dem Gros der Fälle gelingen, wenn man möglichst frühzeitig ein mobilisierendes Verfahren einleitet oder dort, wo keine Kontraindikation besteht, unter Ruhigstellung der Frakturstelle von allem Anfang an für die Funktion der Gelenke, sei es durch Belastung (Gipsgehverband), sei es durch aktive Bewegung derselben sorgt; rein passive Bewegungen erfüllen den Zweck als Prophylaxe der Knochenatrophie nicht vollkommen.

Zusammenfassung.

1. Die akute Knochenatrophie ist eine regelmäßige Begleiterscheinung der Knochenbrüche.

2. Ihr Beginn ist im Röntgenbilde frühestens etwa $3^1/_2$ Wochen nach der Verletzung zu konstatieren.

3. Sie lokalisiert sich gewöhnlich unabhängig von der Frakturstelle in allen Gelenken der verletzten Extremität, in seltenen Fällen ist sie in dem der Frakturstelle nächstgelegenen Gelenk am deutlichsten ausgesprochen.

4. Der Inaktivität kommt bei ihrer Entstehung die allergrößte Bedeutung zu; nur in seltenen Fällen dürften andere auslösende Momente mitspielen.

5. Die akute Knochenatrophie ist nicht die Ursache verzögerter Kallusbildung.

6. Sie ist prophylaktisch durch möglichste Vermeidung der Inaktivität zu bekämpfen.

Triest, im Mai 1918.

Literatur.

1) Ohlmann, Fortschritte a. d. G. d. R. XXIV, 6.
2) Sudeck, zit. nach Ohlmann.
3) Kienböck, zit. nach Ohlmann.
4) Lehmann ref. Münch. med. Woch. 1918, Nr. 14.
5) Hilgenreiner ref. Wien. klin. Woch. 1918, Nr. 8.
6) Brandes, zit. nach Ohlmann.
7) Lenk, Wien. med. Woch. 1919.
8) Sommer, Otto Nemnich, Leipzig 1907 und Röntgentaschenbuch, VII. Bd.

Aus dem Inneren Beobachtungslazarett Konstanz. Leiter: Stabsarzt Dr. Aßmann.

Die Bronchiektasien im Röntgenbilde.

Von

Stabsarzt Dr. **Aßmann**, Privatdozent an der medizinischen Klinik Leipzig.

(Hierzu Tafel XV.)

Im folgenden sollen die typischen Darstellungsweisen der Bronchiektasien im Röntgenbilde geschildert und durch charakteristische Abbildungen illustriert werden, von denen das Material der militärischen Beobachtungslazarette eine reiche Fülle bietet. Sind auch die Bronchiektasien dem inneren Kliniker keine gerade seltene Erscheinung, so sieht er sie sonst doch gewöhnlich nur, wenn sie ein vorgeschrittenes Stadium erreichen oder wenn schwere Komplikationen wie besonders bronchopneumonische Infiltrationen oder Hämoptysen den Kranken ins Lazarett führen. Im Röntgenbilde verhüllen dann oft derbe Schatten, die von Infiltrationen des umgebenden Lungengewebes, bisweilen auch von Pleuraschwarten herrühren, die den Bronchiektasien selbst eigentümliche Zeichnung. Diese tritt dagegen in voller Klarheit in den unkomplizierten Fällen hervor, die außer mehr oder weniger reichlichem Auswurf keine Krankheitssymptome haben und sich daran im Laufe der Zeit so gewöhnt haben, daß sie deshalb unter gewöhnlichen Umständen den Arzt nicht aufsuchen würden. In den militärischen Beobachtungsabteilungen dagegen, in welchen ja nicht eine ärztliche Behandlung, sondern in erster Linie eine Prüfung auf die militärische Verwendungsfähigkeit hin stattfindet, begegnet man den unkomplizierten Bronchiektasien in auffallender Häufigkeit, und gerade diese zeichnen sich durch ein charakteristisches Röntgenbild aus, welches die Diagnose außerordentlich erleichtert. Von vielen derartigen Beobachtungen führe ich folgende Beispiele an, die sich entsprechend ihrem anatomischen Bau in verschiedene Gruppen einteilen lassen.

Für die röntgenologische Darstellung maßgebend sind folgende anatomische Eigenschaften: die Weite der Lichtung, der Inhalt derselben (Luft oder Sekret), die Dicke und Härte der Wandungen, sowie etwaige Veränderungen des umgebenden Lungengewebes (Induration und Infitration) und der Pleura (Schwarten).

Je nach dem Füllungszustande stellen sich die Bronchiektasien im Röntgenbilde ganz verschieden dar, nämlich, wenn sie leer sind, als Aufhellungen, die je nach der Dicke der Wandungen von derben oder feinen Schattenrändern eingefaßt sind, oder, wenn sie mit Sekret gefüllt sind, als solide Schatten ohne zentrale Aufhellung. Auf diesen charakteristischen Wechsel der Darstellungsweise bei verschiedenem Füllungszustande hat Holzknecht bereits frühzeitig hingewiesen. Bei teilweiser Füllung mit Sekret und Luft darüber endlich trennt eine horizontale Grenzlinie einen oberen hellen von einem unteren dunklen Abschnitt. Bei Lagewechsel stellt sich der Flüssigkeitsspiegel horizontal ein, beim Schütteln kann er, falls nicht Expektoration eintritt, Wellenbewegung zeigen. Voraussetzung hierfür ist eine ziemlich erhebliche Breite der Höhle und Dünnflüssigkeit des Sekrets, Bedingungen, die bei bronchiekta-

tischen Höhlen nicht häufig erfüllt sind. Sind die Wandungen besonders derb (sogenannte hypertrophische Bronchiektasien), so entstehen auch ohne Sekretfüllung solide Schatten ohne Aufhellung, da unter diesem Umstande nicht nur die tangential getroffenen Ränder, sondern auch die senkrecht und deshalb in verhältnismäßig schmaler Schicht von den Röntgenstrahlen geschnittenen Wandungen der Mitte schattengebend wirken und den aufhellenden Einfluß des Lumens verdecken (vgl. Abb. 7). Bei besonders dünnen Wandungen (atrophische Bronchiektasien) können andererseits die Randschatten in seltenen Fällen fehlen (vgl. Abb. 8). Die Gestalt der Schatten und Aufhellungen ist von der anatomischen Form der Bronchiektasien abhängig. Man unterscheidet hiernach sackförmige und zylindrische Bronchiektasien, die allerdings auch miteinander kombiniert vorkommen und ineinander übergehen können.

I. Sackförmige Bronchiektasien.

Die sackförmigen Bronchiektasien zeichnen sich in leerem Zustande, der meist bei Lokalisation im Oberlappen angetroffen wird, als ringförmige runde oder elliptische Schatten gewöhnlich von schmaler, scharfer Kontur mit hellem Zentrum ab, dagegen als Kompakte rundliche oder ovaläre Flecken, wenn sie mit Sekret gefüllt sind, was häufiger im Unterlappen als im Oberlappen beobachtet wird. Wenn die Bronchiektasien dicht nebeneinander gelegen sind, so schrumpft häufig das dazwischenliegende Lungengewebe und verliert seinen Luftgehalt. Es stellt dann in vorgeschrittenen Fällen nur noch Septen zwischen den bronchiektatischen Hohlräumen dar. Das Röntgenbild zeigt dann eine wabenartige Zeichnung, welche ich bereits an anderen Orten als charakteristisches Merkmal angegeben habe. Der erste derartige autoptisch kontrollierte Fall mit sehr hochgradigen Veränderungen ist von Pfeiffer[1]) beschrieben. Ich stelle den folgenden Schilderungen zwei ebenfalls autoptisch untersuchte Fälle voran.

Fall 1. D. (Bereits früher beschrieben und als Nr. 16 auf Tafel IV in meiner „Röntgenuntersuchung der Lungen" abgebildet.)

Klinischer Befund: Von Kindheit an Husten, erst seit wenigen Wochen Auswurf. Ausgesprochene Trommelschlägerfinger. Spärliche bronchitische Geräusche im rechten Oberlappen. Damals Platte Abb. 1 hergestellt.

Nach $^1/_2$ Jahr wieder Aufnahme mit totaler rechtsseitiger Infiltration und durch Fortleitung ausgesprochen erkennbaren Höhlensypmtomen, typischem Sputum mit Dittrichspfröpfen usw.

Röntgenbefund. Fig. 1 (vor Auftreten der Infiltration): Im 3. bis 6. Interkostalraum rechts wabenartig nebeneinanderliegende, von dünnen scharfen Rändern begrenzte, 5—10 pfennigstückgroße Schattenaussparungen. Vereinzelte gleichartige auch in dichter Umgebung des linken Hilus und durch den Herzschatten hindurch erkennbar. Außerdem sehr ausgesprochene fleckige und streifige Zeichnung in den oberen und mittleren Partien der rechten Lunge. Einige intensive Fleckchen in der Umgebung der Hili.

Auf Leichenaufnahmen totale Verschattung der rechten Seite, welche alle Details verdeckt, links keine Änderung gegen obigen Befund.

Autopsiebefund: Dicht nebeneinanderliegende bronchiektatische Kavernen von Haselnuß- bis Bohnengröße im rechten Oberlappen und in den medialen Partien des linken Unterlappens. Die Wand der bronchiektatischen Kavernen und auch der übrigen vielfach zylindrisch erweiterten Bronchien ist äußerst derb. Nirgends tuberkulöse Veränderungen. Kalkherde der linken Lunge.

Ausgedehnte frische pneumonische Infiltration der ganzen rechten Lunge.

Fall 2. W.

Klinischer Befund: Seit einer Reihe von Jahren starker Husten und Auswurf. Über beiden Lungen verbreitetes Giemen, Pfeifen und Rasseln. Reichlicher geschichteter Auswurf. In diesem Zustande Platte Abb. 2.

Nach $^1/_2$ Jahr unter den Zeichen einer schweren rechtsseitigen Lungenentzündung eingeliefert. Exitus.

Röntgenbild: In beiden Lungenfeldern, besonders im rechten Oberlappen, vereinzelt auch im linken unteren Lungenfelde neben dem Herzen neben- und durcheinanderliegende ovaläre und kreisrunde schmale Schattenlinien mit großem hellem Zentrum. Am rechten Hilus derbe Schattenflecken.

[1]) Beiträge zur klinischen Chirurgie, Band 50.

Autopsiebefund: Beide Lungen sind fest mit der Brustwand verwachsen. Die ganze rechte Lunge pneumonisch infiltriert. Zahlreiche Bronchien zeigen nach der Peripherie zu sackförmige, haselnußgroße, teilweise bis kleinfingerdicke Erweiterungen. Am deutlichsten sind sie in dem geschrumpften linken Unterlappen zu verfolgen, während auf der rechten Seite die derbe pneumonische Infiltration die genaue Präparation stört, aber auch dort an vielen Stellen die gleichen Veränderungen erkennen läßt.

Ähnliche sehr charakteristische Zeichnungen mit scharf ausgeprägten Ringschatten und hellem Zentrum zeigen die Abb. 3—4, welche von Fällen mit klaren klinischen Symptomen (grobblasiges Rasseln, geschichteter Auswurf mit Dittrichspfröpfen und Leptothrixfäden, Trommelschlägelfinger) stammen, deren einzelne Ausführung sich erübrigen dürfte. Abb. 3 weist einen kreisrunden, sehr feinen Ringschatten von fast Markstückgröße in der Mitte des rechten Lungenfeldes auf und daneben ein Gewirr teils solider, teils doppelt konturierter Schattenstreifen, die an manchen Stellen lokale Ausbuchtungen und bei genauester Betrachtung eingelagerte kleinste Ringschatten erkennen lassen. Hier ist eine mittelgroße, leere, sackförmige, bronchiektatische Kaverne in der Mitte der rechten Lunge und zahlreiche, teils zylindrische, teils sackförmige oder ineinander übergehende Bronchialerweiterungen zum Teil mit, zum Teil ohne Sekretfüllung im rechten Unterlappen anzunehmen. Abb. 4 zeigt zahlreiche rundliche und ovaläre, bisweilen auch etwas eckig gestaltete Ringschatten mit hellem Zentrum in der Umgebung des rechten Hilus und entlang dem linken Herzrande. An der Stelle, wo zwei oder mehrere Ringe aneinanderstoßen, treten die dazwischenliegenden verdichteten Septen als derbe Schattenstreifen hervor. Rechts unten ist eine größere Höhle durch einen scharf horizontal verlaufenden Schattenspiegel mit einer Luftblase darüber gekennzeichnet.

Ein anderes, hier wegen Platzmangel nicht dargestelltes Bild mit perlschnurartig aneinandergereihten rundlichen Auftreibungen des rechten Unterlappenbronchus zeigte einen Fall sogenannter varizöser Bronchiektasien allein im Bereiche dieses einen Luftröhrenastes.

Abb. 5. gehört einem Falle mit sehr geringem physikalischen Befunde und auch sehr spärlichem Auswurfe an. Bei flüchtiger Betrachtung bietet auch die Röntgenplatte kein auffallendes Bild. Bei scharfem Hinsehen treten aber im Bereiche der fünften Rippe rechts und in dem darunter liegenden Zwischenrippenraume dicht neben der Wirbelsäule mehrere scharf gezeichnete kleine Ringschatten in voller Klarheit hervor. Bei einer isolierten Darstellung dieses Abschnittes ohne Verkleinerung springen sie sofort in die Augen. Hier ermöglichte erst das Röntgenbild die Diagnose „sackförmige Bronchiektasien" als Grundlage der nur geringfügigen chronischen Bronchitis.

II. Zylindrische Bronchiektasien.

Die zylindrischen Bronchiektasien stellen mehr oder minder gleichmäßige Erweiterungen der Bronchien dar und geben dementsprechend in nicht sehr hochgradigen Fällen ein weniger markantes Röntgenbild. Je nach dem Füllungszustande zeichnen sie sich in verschiedener Weise, und zwar bei Sekretfüllung als dichte solide Schattenstränge, in leerem Zustande dagegen als helle Bänder ab, die von parallelen Schattenstreifen eingefaßt werden. Diese auffällige Darstellung der Bronchialwandungen, die normalerweise gewöhnlich gar nicht oder nur in geringem Maße schattenbildend hervortreten, rührt davon her, daß bei den zylindrischen Bronchiektasien die Bronchialwandungen meist erheblich verdickt sind. Wohl der erste einschlägige Fall ist in dem Atlas von Ziemßen-Rieder. 1902 abgebildet.

Die gleichen Merkmale weist Abb. 6 auf, wenn auch in ziemlich geringfügigem Grade. Es sind hier im rechten Herz-Zwergfellwinkel innerhalb einer leichten diffusen Trübung parallel verlaufende Schattenstreifen erkennbar, die einen hellen Zwischenraum einschließen. Ich wählte absichtlich diesen nicht hochgradigen, aber doch deutlich ausgeprägten Fall zur Darstellung, da er die praktische Wichtigkeit der Röntgenuntersuchung augenfällig beweist und durch Autopsie bestätigt ist. Das Bild gehört einem anscheinend gesunden Kollegen an, den ich militärärztlich zu begutachten hatte. Der einzige abweichende physikalische Befund bestand in

einer mangelhaften Verschieblichkeit der rechten unteren Lungengrenze, sowie bisweilen etwas Giemen und Brummen rechts unten. Es bestand kein Husten und kein Auswurf, wohl aber Neigung zu häufigem Bronchialkatarrh seit einer vor sechs Jahren durchgemachten Brustfellentzündung, bei welcher über dem rechten Unterlappen Reiben festgestellt worden war. Auf Grund des Röntgenbefundes und der Vorgeschichte nahm ich zylindrische Bronchiektasien im rechten Unterlappen von geringer Ausdehnung an und beurteilte ihn in Rücksicht hierauf wie alle Bronchiektatiker sehr vorsichtig trotz seines glänzenden Allgemeinzustandes und Fehlen von Husten oder Auswurf.

Wenige Monate später zog sich der Kollege bei der Grippeepidemie eine Pneumonie in dem gefährdeten rechten Unterlappen zu, an der er verstarb. Die Autopsie ergab neben einer derben pneumonischen Infiltration der rechten Lunge, besonders in den untersten Partien, und einer alten rechten Pleuraschwarte eine zylindrische Erweiterung verschiedener Äste des rechten Unterlappenbronchus. Die Bronchialwandungen waren an den erweiterten Stellen mäßig stark verdickt, die derbe Schleimhaut zeigte vielfach eine Längsstreifung. Außer den zylindrischen Erweiterungen fanden sich an wenigen Stellen einige kleine sackförmige Ektasien.

Bei Sekretfüllung der zylindrisch erweiterten Bronchiektasien entstehen breite solide Schattenstreifen. Derartige Bilder mit derben fingerförmig vom Hilus aus im Gebiet des Unterlappens auseinander gehenden Schattenstrahlen, die entsprechend dem Abgang orthoröntenograder Bronchien eingelagerte runde Flecken aufweisen, trifft man am häufigsten bei den diffusen Bronchiektasien älterer Leute an, die das Sekret aus den unteren Lungenpartien nicht expektorieren können. Ein Beispiel dieser Art mit autoptischer Kontrolle ist in Fig 14 meiner „Röntgenuntersuchungen der Lungen“ abgebildet. Aus den jüngeren und kräftigeren Menschen der militärischen Beobachtungsabteilung kann ich keinen charakteristischen Fall von diesem sonst nicht gerade seltenen Typus anführen. Zur Unterscheidung sei auf das in manchen Zügen ähnliche Bild verstärkter solider Strangzeichnung hingewiesen, welches durch vermehrte Gefäßfüllung hervorgerufen und bei Mitralfehlern, in stärkster Ausprägung aber bei bestimmten angeborenen Herzfehlern (z. B. in Fällen von Ductus Botalli apertus) angetroffen wird, die mit erheblicher Erweiterung und vermehrter Blutfülle der Pulmonalarterien einhergehen. Entsprechend dieser Entstehung zeigen diese Fälle aber nur eine quantitative Verstärkung der im übrigen gleichartig geformten Schatten des normalen Röntgenbildes, in welchem auch die blutgefüllten Gefäße den Hauptanteil an der Entstehung der soliden Schattenstreifen haben. Hier betrifft die Schattenverstärkung aber alle Lappen gleichmäßig, die Schattenstreifen verjüngen sich in gleichmäßiger Weise überall nach der Peripherie zu und lassen sich bis zur Aufteilung in feinste Zweige verfolgen. Zuweilen ist gerade in diesen Fällen starker Erweiterung der Pulmonalarterien eine deutliche Eigenpulsation der Hilusschatten zu erkennen. Die zylindrischen Bronchiektasien sind dagegen auch bei diffuser Anordnung nie in so regelmäßiger Weise in allen Lungenteilen gleichmäßig ausgebildet, betreffen gewöhnlich die Unterlappen in bevorzugtem Maße, teilen sich nicht in so feine Zweige wie die Gefäße und erzeugen dadurch in gefülltem Zustande plumpere, weniger fein verzweigte und weniger regelmäßig angeordnete Schattenstränge, die meist in den Unterlappen stärker als in den Oberlappen ausgeprägt sind. In leerem Zustande ergibt ihre doppelte Konturierung mit hellen Zwischenstreifen ein ohne weiteres von den Gefäßschatten abweichendes Bild. Abgesehen von diesen feineren Unterschieden des Röntgenbildes, die weniger wegen ihrer differentialdiagnostischen Wichtigkeit als zur Erklärung der Entstehung ähnlicher Schattenbilder durch verschiedene anatomische Ursachen aufgeführt sind, läßt natürlich die übrige klinische Untersuchung eine Verwechslung gar nicht zu.

Während gerade die zylindrischen Bronchiektasien gewöhnlich die Unterlappen betreffen, zeigt Abb. 7 einen Ausnahmefall mit Ausbreitung ungewöhnlich starker zylindrischer Bronchiektasien im linken Oberlappen. Sie fallen im Röntgenbilde als enorm breite, nur spärlich verästelte solide Streifen auf und erwecken im Vergleich zu der normalen feinen besenreiser-

artigen Zeichnung den Eindruck eines plumpen Baumstrunkes. Außer diesen zylindrischen Bronchiektasien sind in den seitlichen Partien des mittleren linken Lungenfeldes einige feinere Ringschatten als Ausdruck vereinzelter sackförmiger Bronchialerweiterungen zu sehen.

Nach dem klinischen Befunde handelte es sich bei dem Patienten um ziemlich geringfügige katarrhalische Erscheinungen über dem linken Oberlappen mit nicht sehr reichlichem, aber dreigeschichteten Auswurf mit Leptothrixfäden und Fettsäurenadeln. Der Husten und Auswurf hatte bereits vor 7 Jahren über $^{1}/_{2}$ Jahr lang bestanden, war dann aber angeblich wieder verschwunden(?) und erst bei Verwendung im Felde wieder aufgetreten.

III. Isolierte bronchiektatische Kavernen.

Eine 3. Gruppe bilden die seltenen Fälle isolierter großer bronchiektatischer Kavernen. Diese erscheinen im Röntgenbilde je nach ihrem Füllungszustand als große ovale bzw. rundliche Verschattungen oder Aufhellungen mit oder ohne horizontalem Flüssigkeitsspiegel. In zwei von mir beobachteten Fällen waren die Aufhellungen nicht von ausgeprägten Schattenrändern begrenzt. Hiernach muß angenommen werden, daß ihre Wand im Gegensatz zu der bei zylindrischen Bronchiektasien gewöhnlich beobachteten Hypertrophie hier gegenüber der Norm verdünnt war (sog. atrophische Bronchiektasien). Das Röntgenbild des einen mit Amyloid aller Organe komplizierten Falles wies eine große zentrale Aufhellung innerhalb einer leichten diffusen Verschattung in der Mitte eines Lungenfeldes auf. Die Platte des andern Falles (Abb. 8) zeigte eine hühnereigroße Aufhellung ohne erkennbare Randschatten in einem Unterlappen mit einem wagerechten, bei Lagewechsel stets horizontal sich einstellenden Schattenspiegel, welcher von dem sehr reichlichen und dünnflüssigen dreigeschichteten Sputum gebildet wurde.

Diese charakteristischen Röntgenbilder der Bronchiektasien, welche nur eine kleine Auslese aus dem reichlich vorhandenen Material bilden, erschienen mir der Veröffentlichung wert, da sie namentlich von intern klinischer Seite bisher keine genauere Schilderung erfahren haben, aber doch in vielen Fällen eine Diagnose auf den ersten Blick gestatten.

Andererseits soll noch einmal darauf hingewiesen werden, daß dies in anderen Fällen klinisch sicherer Bronchiektasien nicht ohne weiteres möglich ist. So kann die klare Abbildung der Bronchialerweiterungen selbst durch eine allgemeine Verschattung infolge begleitender Veränderungen des Lungengewebes (Infiltration und Induration) oder des Brustfells (inbesondere Pleuraschwarten) verdeckt werden. Die Fälle 1 und 2, welche an einer Pneumonie zugrunde gingen und in dem pneumonischen Stadium ein uncharakteristisches gleichmäßig getrübtes Röntgenbild zeigten, belegen dies.

In wieder andern Fällen zeigt das Röntgenbild der Bronchiektasien uncharakteristische mehr oder weniger verwaschene streifen- und fleckförmige Schatten, die von bronchopneumonischen und besonders tuberkulösen peribronchitischen Prozessen schwer unterschieden werden können. Es ist auch an die nicht seltene Entstehung von Bronchiektasien auf dem Boden alter schrumpfender tuberkulöser Prozesse zu denken.

Andererseits kommt, wenn gleich nur selten, eine sekundäre Entwicklung von Tuberkulose in bronchiektatischen Höhlen vor. Der Befund von Tuberkelbazillen spricht also nicht unbedingt gegen die Diagnose von Bronchiektasien. Außerdem ist das gelegentliche Vorkommen anderer säurefester Stäbchen im bronchiektatischen Auswurf festgestellt.

Als besondere Unterart der Entstehung nach sind endlich die auf Entwicklungsmißbildung beruhenden „atelektatischen“ und „fötalen“ Bronchiektasien zu erwähnen, die sich anatomisch durch das Fehlen von Pigment auszeichnen. Ob hier das Röntgenbild besondere Hinweise zu geben vermag, kann ich mangels genügender Kenntnis dieser seltenen Fälle nicht beurteilen. In einem autoptisch von mir gesehenem Falle war dies nicht zu erwarten, da sich die Form und Anordnung der Höhlen nicht wesentlich von der dicht nebeneinander gestellter sackförmiger



Bronchiektasien (entsprechend Fall 1) unterschied. Dagegen wäre bei ausgeprägten Fällen sogenannten Zystenlungen die Entstehung eines charakteristischen Röntgenbildes möglich.

Zum Schlusse ist daran zu erinnern, daß ein normaler Röntgenbefund die auf Grund sicherer klinischer Erscheinungen gestellte Diagnose auf Bronchiektasien nicht ausschließt. Ihre röntgenologische Darstellung kann dadurch verhindert werden, daß sie sich hinter dem Herzschatten oder unter dem Zwerchfell verbergen. Manchmal gelingt es noch durch Drehung des Patienten bei der Durchleuchtung oder bei aufmerksamer Betrachtung der Platte dicht neben dem Herzzwerchfellwinkel (vgl. Abb. 6 u. 10) oder sogar noch innerhalb des Herzschattens bei Schräghalten der Platte gegen das Licht (vgl. Fall 1) eine auf Bronchiektasien hinweisende Zeichnung zu entdecken.

Die Wichtigkeit der nur durch das Röntgenverfahren möglichen genauen Lokalisation und des Nachweises der Zahl der Bronchiektasien für eine chirurgische Behandlung braucht nicht besonders erörtert zu werden.

Verzeichnis der Abbildungen.

Aus dem allgemeinen Röntgeninstitut des Allgemeinen Krankenhauses Hamburg-Eppendorf.

Zur Röhrenfrage.

Von
Dr. **Alexander Lorey,** Oberarzt für das Röntgenfach.

Trotz der ungünstigen Material- und Personalverhältnisse, die der Krieg gezeitigt hat, sind in den letzten Jahren gewaltige Fortschritte in der Entwicklung und Verbesserung der Röntgenröhren gemacht worden. Bereits am Ende des 1. Kriegsjahres begann die allgemeinere Einführung der gasfreien Röhren (Lilienfeldröhre, Siemens Glühkathodenröhre für Diagnostik und Therapie, Coolidgeröhre der A. E. G. für Therapie, vertrieben durch die Veifa-Werke). Ihre Vorzüge sind in zahlreichen Abhandlungen beschrieben und zuletzt ganz ausführlich von Albers-Schönberg in der neuesten Auflage seiner „Röntgentechnik“ gewürdigt worden. Bei dem weniger Eingeweihten könnte nun der Eindruck erweckt werden, als ob ein Institut, welches nicht mit gasfreien Röhren arbeitet, heute nicht mehr auf der Höhe stehe. Diese Bedenken auf Grund eigener Erfahrungen sowohl mit gashaltigen als gasfreien Röhren zu zerstreuen, soll der Zweck folgender Zeilen sein. Wenn ich dabei nur die Röhren der Firma C. H. F. Müller erwähne, so hat dies lediglich seinen Grund darin, daß ich nur über diese eine ausgedehnte Erfahrung besitze.

Die Vervollkommnung der gashaltigen Röhren wurde veranlaßt durch die stets steigenden Anforderungen der Tiefentherapie. Sie führte zur Konstruktion der Siederöhre, die einen gewaltigen Fortschritt der Leistungsfähigkeit und der Konstanz der Röhren bei lang dauernder Belastung bedeuten. Bereits vor zwei Jahren hat mein Assistent Kautz in der Münchener

Medizinischen Wochenschrift 1917, Nr. 11, auf unsere Erfahrungen mit diesem Röhrentyp und seine Vorteile hingewiesen. Unsere weiteren, sehr ausgedehnten Erfahrungen haben unsere Vorliebe für diesen Röhrentyp noch weiter verstärkt. Wir stehen nicht an, dieses Rohr namentlich in seinem neuesten Typ, der selbsthärtenden Siederöhre in Verbindung mit dem Regenerierautomaten nach Wintz, als ein ideales Therapierohr zu bezeichnen. Schon für die gewöhnliche Siederöhre ist der Betrieb mit dem Regenerierautomaten ein sehr wesentlicher Vorteil. Während früher beim Härterwerden der Röhre die Regeneriervorrichtung mit der Hand bedient werden mußte, und namentlich bei sehr harten Röhren eine angespannte Aufmerksamkeit erforderlich war, um ein Überspringen von Gleitfunken, wodurch jedesmal die Röhre stark gefährdet wird, zu vermeiden, besorgt dieser Apparat die Regenerierung automatisch. Er trägt also wesentlich zur Vereinfachung des Betriebes und zur Erhaltung der Röhren bei. Die selbsthärtende Siederöhre ist nun so gebaut, daß sie außerordentlich schnell hart und für den Strom undurchgängig wird. Arbeitet sie in Verbindung mit dem Regenerierapparat, so spricht dieser sofort an, die Gasflamme zuckt einen Moment auf und läßt etwas Gas in die Röhre, welches sehr schnell aufgebraucht wird, worauf der Automat von neuem anspricht. Dieser Vorgang wiederholt sich dauernd in sehr schneller Folge. Es wird dadurch erreicht, daß das Rohr dauernd auf dem äußersten Härtegrade gehalten wird, bei dem es eben noch anspricht. Dabei kann die Röhre stundenlang in Betrieb sein, ohne daß sie jemals weicher wird. Die Siederöhren brauchen auch nicht eingearbeitet zu werden wie die früheren Röhren, sondern man kann sie sofort in vollen Betrieb nehmen. Dabei ergeben die verschiedenen Exemplare in ihrer Strahlenausbeute und Strahlenqualität, vorausgesetzt, daß man von vornherein mit kochendem Wasser arbeitet — man bringt dasselbe zweckmäßigerweise mit dem Looseschen Heizstab vor Beginn der Bestrahlung zum Kochen — am gleichen Apparat und bei gleicher Betriebsweise ein praktisch gleiches Resultat. Wir können daher vollkommen nach der Zeit dosieren, und es genügt, wenn wir jeden Tag zu Beginn der Bestrahlung eine Kontrolle mit dem Fürstenauschen Intensimeter vornehmen, um Unterschiede zu erkennen, die eventuell durch ein Verschmutzen des Unterbrechers bedingt sind. Die Bedienung der Apparate ist also bei Verwendung von selbsthärtenden Siederöhren mit Regenerierapparat ebenso einfach und die Dosierung ebenso genau wie bei einer gasfreien Röhre. Die von der selbsthärtenden Siederöhre erreichte Härte ist dieselbe wie bei gasfreien Röhren. Dagegen ist die Strahlung bei der Siederöhre homogener wie bei der Coolidgeröhre, während sie in dieser Beziehung noch etwas von der Lilienfeldröhre übertroffen wird (Wintz, Iten und von Dechend). Dabei ist die Siederöhre viel weniger abhängig von Spannungsschwankungen im Stromnetz wie die gasfreien Röhren. Bei letzterer bewirken schon kleine Spannungsschwankungen eine sehr erhebliche Änderung nicht nur in der Quantität, sondern auch in der Qualität der Strahlung. Wir vermögen mit Hilfe des Regenerierautomaten aber nicht nur konstant eine extrem harte Strahlung zu erzeugen, sondern wir können auch ebenso die Röhre bei jedem gewünschten anderen Härtegrad konstant erhalten. Da durch den Regenerierautomaten die durch die Röhre geschickte Stromstärke stets auf der gleichen Höhe erhalten wird, z. B. 2,5 M.A., so ist es evident, daß, wenn ich mit der primären Stromstärke herabgehe, also die Kurbel des Regulierwiderstandes um einige Kontakte zurückstelle, die Röntgenstrahlung weicher werden muß. Ich kann mir die Apparatur so eichen, daß ich jeden gewünschten Härtegrad durch Stellung des Schalters auf einen bestimmten Kontakt erzeugen kann, und habe den Vorteil, daß mit Hilfe des Regenerierautomaten diese Härte dann während der ganzen Bestrahlung auch vollkommen konstant erhalten wird. Auf diese Weise läßt sich mit der Siederöhre auch jede Hauttherapie in sehr sicherer und exakter Weise ausführen. Aus dem Gesagten ergibt sich von selber, und dies bestätigt auch die Erfahrung, daß die mit der Siederöhre erzielten therapeutischen Erfolge in keiner Weise hinter denen mit gasfreien Röhren zurückstehen.

Die günstigen Erfahrungen, die mit den Siederöhren in der Tiefentherapie gemacht wurden, legten in logischer Weise den Gedanken nahe, die Vorteile dieses Rohrtyps auch für die



Diagnostik auszunutzen. So entstand die Dauerdurchleuchtungsröhre (D D.-Rohr). Diese Röhre wird dem veränderten Zweck entsprechend nicht wie die Therapieröhre mit Osmo-, sondern mit Bauerregulierung ausgestattet und besitzt einen scharfen Brennpunkt. Sie gestattet ein stundenlanges Durchleuchten und verträgt eine sehr hohe Belastung. Die erzielten Durchleuchtungsbilder sind von hervorragender Helligkeit und einer Schärfe und Feinheit der Zeichnung, die nach meinen Erfahrungen von der Coolidgeröhre nicht erreicht und von der Lilienfeldröhre nicht übertroffen wird. Da das Rohr schnell hart wird, so kann ich in wechselnder Folge es zu Durchleuchtungen der verschiedensten Körperteile benutzen. Habe ich eben eine Herzdurchleuchtung vorgenommen und will nun einen Kinderthorax untersuchen, so genügt ein Druck auf den Gummiball des Bauerventils um die Röhre entsprechend weich zu machen. Ich will im Anschluß daran nun eine Magenuntersuchung bei einem Erwachsenen vornehmen. Mittlerweile ist die Röhre wieder so hart geworden, daß sie für die Durchleuchtung der Brustorgane, die der Magendurchleuchtung immer vorangeht, den geeigneten Härtegrad besitzt, und bis ich dieselben angesehen habe, ist die Röhre weiter gehärtet, so daß sie nun für die Magendurchleuchtung die geeignete Strahlung liefert. Ich kann sogar mit demselben Rohr im Anschluß an die Durchleuchtung eine Momentaufnahme ausführen, indem ich es auf den gewünschten Härtegrad einreguliere. Ich persönlich ziehe jedoch vor, für Momentaufnahmen Rapidröhren zu verwenden, die, wenn sie gut eingearbeitet sind, im Gegensatz zu den D D.-Röhren stets denselben Härtegrad behalten. Man muß dann ein etwas weicheres Rohr für Lungen- und ein härteres für Herzfern- und Magenaufnahmen bereithalten.

Seit einiger Zeit bin ich dazu übergegangen, auch für Zeitaufnahmen, also für Knochen- und Nierenaufnahmen sowie Blendenaufnahmen der Lungenspitzen Röhren von der Bauart der D D.-Röhren zu verwenden, die ich mir mit einer Wolfram-Antikathode habe ausstatten lassen. Dadurch wird eine bisher unerreichte Belastungsmöglichkeit bei schärfstem Brennpunkt erreicht, ohne daß man Gefahr läuft, den Spiegel anzustechen, da der Schmelzpunkt des Wolframs viel höher liegt wie der des Platins. Die Röhre hält eine Belastung 24 M.A. ohne weiteres eine Minute aus. Dadurch, daß die Röhre beim Betrieb dauernd härter wird, kann man sie zu den Aufnahmen der verschiedensten Körperteile benutzen. Während man früher eine große Reihe von Röhren der verschiedensten Härtegrade bereithalten mußte, je nachdem man eine Hand, ein Becken, einen Schädel oder eine Niere röntgen wollte, kann man jetzt alle diese Aufnahmen mit derselben Röhre anfertigen. Da ich diese Aufnahmen mit dem Hochspannungsgleichrichter ausführe und stets bei gleicher Schaltung arbeite, so zeigt mir der Ausschlag des Milliamperemeters an, ob die Röhre den gewünschten Härtegrad hat. So muß z. B. das Milliamperemeter unter den Schaltungsbedingungen, wie ich sie anwende, bei Schulter- und Knieaufnahmen 15 M.A., bei Aufnahmen des Ellbogengelenks und des Fußgelenks 16—17 M.A., bei Handaufnahmen 18 M.A., bei Aufnahmen der Lendenwirbelsäule mit Verstärkungsschirm 20 M.A., bei Nierenaufnahmen mit Verstärkungsschirm 24 M.A. anzeigen. Das Milliamperemeter befindet sich im Schutzhaus über dem Schalttisch. In der Hand hat man den Ball des Bauerventils und kann nun durch leichten Druck auf denselben während der ganzen Aufnahme die Röhre vollkommen konstant auf demselben Härtegrad halten. Da die Röhre, wie gesagt, schnell härtet, so kann ich auf eine Nierenaufnahme sofort eine Hand- oder Schulter- oder Beckenaufnahme folgen lassen, indem ich entweder die Röhre einen Augenblick einschalte oder regeneriere bis sie den gewünschten Härtegrad hat. Ich habe also denselben Vorteil wie bei den gasfreien Röhren, daß ich dasselbe Rohr zu Durchleuchtungen und zu verschiedenen Aufnahmen, ja wenn ich will, auch zu Momentaufnahmen verwenden kann. Da ich jeden gewünschten Härtegrad einstellen und während der Aufnahme konstant erhalten kann, ist der Betrieb ganz außerordentlich vereinfacht, so daß Fehlaufnahmen eigentlich überhaupt nicht mehr vorkommen, und die Qualität der Bilder, die von keiner gasfreien Röhre übertroffen werden kann, eine gleichmäßig gute ist. Während nun bei den Zeitaufnahmen und den gasfreien Röhren Bilder von annähernd der gleichen Qualität erzeugt werden wie bei den gas-

haltigen Röhren, ist dies bei Momentaufnahmen m. E. nicht der Fall. Die Ursache dafür ist einmal, daß die Exposition der gasfreien Röhren eine bedeutend größere ist wie den gashaltigen. So kommt es, daß die Magenbilder z. B. oft die scharfen Konturen vermissen lassen. Besonders wenig befriedigt bin ich jedoch von den Lungenaufnahmen mit den gasfreien Röhren. Es ist mir fast niemals, oder wenigstens höchst selten, gelungen, Bilder von der Feinheit und der Schärfe der Zeichnung und dem schönen Kontrast zu erzielen, wie ich sie bei Verwendung von guten gashaltigen Röhren zu sehen gewohnt bin.

Die Erklärung dieser Erscheinung denke ich mir folgendermaßen. Die gashaltigen Röhren sind vor dem Einschalten des Stromes noch nicht ionisiert. Schalte ich nun den Strom ein, so staut sich derselbe gewissermaßen einen Augenblick an den beiden Polen, bis die genügende Spannung vorhanden ist, um den Widerstand in der Röhre zu durchbrechen (Durchbruchspannung). Sowie ein Stromdurchgang durch die Röhre erfolgt ist, ist sie ionisiert und infolgedessen der Widerstand in der Röhre verringert. Die Folge davon muß sein, daß die Röhre im Augenblick des Durchbrechens eine härtere Strahlung liefert, während alsdann die Strahlung weicher wird. Daß Erwärmung der Röhren bei den kurzen Momentaufnahmen eine nennenswerte Rolle spielt, glaube ich nicht. Der erste Stromstoß schafft nun gewissermaßen die Silhouette der aufzunehmenden Organe, während die alsdann ausgesandten weicheren Strahlen die Feinheiten herausholen und differenzieren. Einen Beweis für diese Auffassung erblicke ich in der Tatsache, daß wir z. B. bei Herzfernaufnahmen in ganz kurzer Zeit, sagen wir $^1/_{10}$ Sekunde, ein Thoraxbild erhalten, auf dem alle Umrisse und Schatten schon deutlich zu erkennen sind, daß aber zur feineren Durcharbeitung dieses Bildes unvergleichlich viel längere Zeit noch nötig ist. Im Gegensatz dazu wird bei den gasfreien Röhren vor dem Einschalten des Stromes die Röhre durch das Erhitzen eines Metallkörpers zur Rotglut ionisiert. Der Durchbruchswiderstand fällt also fort. Die Röhre sendet von vornherein und dauernd Strahlen von der gleichen Härte aus. Wir können also entweder eine weiche Schaltung wählen, wie sie für die feinere Differenzierung nötig ist, und werden dann ganz unverhältnismäßig lange exponieren müssen und doch nur bei dünnen Patienten ein befriedigendes Bild erhalten, oder wir müssen eine härtere Schaltung wählen und werden dann nur ein wenig kontrastreiches Bild erhalten.

Eine sehr wichtige Frage bildet der Kostenpunkt. Wird durch die gasfreien Röhren eine merkliche Verbilligung des Röntgenbetriebes erreicht? Da Albers-Schönberg in seiner Rentabilitätsberechnung der gasfreien Röhren in seiner „Röntgentechnik" die ursprünglichen Preise ohne die jetzigen hohen Teuerungszuschläge zugrunde gelegt hat, habe ich ebenfalls die früheren Preise eingesetzt. Im Eppendorfer Krankenhaus wurden bisher 35 gewöhnliche Siedetherapieröhren verbraucht. Die durchschnittliche Lebensdauer dieser Röhren betrug 322,7 M.A.-Stunden. Setzen wir den Anfang 1916 bezahlten Preis von M. 167.— für die Röhre ein, so betragen die Kosten für die M.A.-Stunde M. 0.52. Für drei kleine Siedetherapieröhren, die für vaginale Bestrahlungen benutzt wurden, beliefen sich die Kosten der M.A.-Stunde auf M. 1.14. Für die selbsthärtende Siederöhre kann ich noch keine Kostenberechnung aufstellen, da sich noch sämtliche Röhren dieses Typs in Betrieb befinden. Das Ende der meisten Röhren wurde durch Zerstörung des Vakuums infolge Funkenüberschlags bedingt. Einige sind durch Unvorsichtigkeit zerbrochen worden. Die überwiegend große Zahl der Röhren wurde noch ohne Regenerierautomat betrieben. Es ist anzunehmen, daß durch die Verwendung desselben, da hierdurch ein unbeabsichtigtes Zuhartwerden der Röhre und damit ein Funkenüberschlag vermieden wird, die Lebensdauer der Röhre noch erhöht und damit die Kosten der M.A.-Stunde noch weiter verringert werden. Die höchste Leistung, die mit einer Siederöhre erzielt wurde, waren 992 M.A.-Stunden (M. 0.16 für die M.A.-Stunde). Es folgen dann Röhren von 798, 714, 702, 640 M.A.-Stunden. Ungünstig fiel ins Gewicht, daß infolge der Kriegsverhältnisse das Personal sehr häufig wechselte, so daß manche Röhren infolge unsachgemäßer Behandlung und Unvorsichtigkeit ein frühzeitiges Ende fanden. Vergleicht man



damit die Rentabilität der gasfreien Röhren im therapeutischen Betrieb, die Albers-Schönberg auf Seite 257 seiner „Röntgentechnik" mit M. 2.90 für die Lilienfeldröhre und M. 1.20 für die Siemens Glühkathodenröhre angibt, so sieht man, daß die Siederöhren dabei recht gut abschneiden. Die Kosten der M.A.-Stunde sind bei der Siemens Glühkathodenröhre über doppelt, bei der Lilienfeldröhre fast sechsmal so hoch. Zum Vergleich führe ich die Leistung der bisher aufgebrauchten gasfreien Therapieröhren in meinem Institut an.

	Apparat	Anschaffungs-preis	Milliampere-stunden	Kosten der Milliampere-stunde	Bemerkungen
Lilienfeldröhre I	Induktor	M. 570.—	26	M. 21.96	Während des Betriebes zersprungen.
„ II	„	M. 570.—	43	M. 13.25	Glühdraht defekt.
Coolidgeröhre I	Reform-Apparat	M. 750.—	573	M. 1.31	Violettes Licht.
„ II	„	M. 750.—	498	M. 1.51	Durch Unvorsichtigkeit zerschlagen.
„ III	„	M. 750.—	855	M. 0.87	Ist noch in Betrieb.
„ IV	„	M. 832.75	183	—	Ist noch in Betrieb.

Die Coolidgeröhren waren sämtlich von der A. E.-G. fabriziert und von den Veifa-Werken geliefert. Zu bemerken ist, daß hierbei der wirkliche Anschaffungspreis eingesetzt ist, da mir der frühere Preis nicht bekannt ist. Lege ich den Preis zugrunde, den Albers-Schönberg als Anschaffungspreis für die Siemens Glühkathodenröhre angegeben hat (M. 500.—), so stellen sich die Kosten der M.A.-Stunde wesentlich billiger und würden z. B. für die beiden ausgebrauchten Coolidgeröhren, von denen noch dazu die eine durch Unvorsichtigkeit zerschlagen wurde, knapp M. 1.—, und für die jetzt noch in Betrieb befindliche Coolidgeröhre III, die sich noch in tadellosem Zustande befindet und der hoffentlich noch ein langes Leben beschieden ist, bis jetzt M. 0.52 betragen. Für Aufnahmen wurden bisher 10 Lilienfeldröhren aufgebraucht. Dieselben erzielten eine durchschnittliche Lebensdauer von 172.9 M.A.-Stunden. Nehmen wir den Anschaffungspreis wie Albers-Schönberg mit M. 510 an, so belaufen sich die Kosten für die M.A.-Stunde auf M. 2.95. Diese Zahlen geben jedoch ein schiefes Bild, da unglücklicherweise 3 Röhren durch Unfall ein frühzeitiges Ende fanden und 3 weitere Röhren technische Fehler aufwiesen, so daß sie nach ganz kurzer Zeit außer Betrieb gesetzt werden mußten. Für diese Röhren wurde allerdings von der Firma gratis Ersatz geliefert. Berücksichtigen wir den Wert der gratis gelieferten Röhren, so würde sich die M.A.-Stunde auf M. 2.06 stellen. Über die Siemens Glühkathodenröhre kann ich noch keine Rentabilitätsberechnung anstellen, da infolge von Lieferungsschwierigkeiten die endgültige Inbetriebnahme der Einrichtung sich sehr verzögert hat und ich infolgedessen noch nicht über genügend Erfahrung verfüge.

Für die DD-Röhren für Durchleuchtung und Aufnahme kann ich bisher ebenfalls noch keine Rentabilitätsberechnung aufstellen, da die Röhren noch sämtlich in Betrieb sind. Es ist jedoch zu hoffen, daß dieselben mindestens die gleiche Milliamperestundenzahl erreichen werden wie die Therapiesiederöhren. Daß auch die Rapidröhren recht rentabel arbeiten, mögen folgende Beispiele aus meinem Privatinstitut beweisen. So haben die beiden Durchleuchtungsröhren bei einer Belastung von 4 M.A. am Gleichrichter bisher 62 und 53 M.A.-Stunden geleistet und befinden sich beide noch in tadellosem Zustand. Es handelt sich dabei um metallreiche L.-Rapidröhren. Ich verwende diesen Typ, weil ich damit sowohl in vertikaler wie in horizontaler Lage des Patienten durchleuchten kann. Die M.A.-Stunde stellt sich bei diesen Röhren

bislang auf M. 3.22 und M. 2.77 gegenüber einem Kostenpunkt von M. 3.05 für die M.A.-Stunde bei der Siemens Glühkathodenröhre (Albers-Schönberg). Von meinen noch in Betrieb befindlichen Rapidröhren leistet die Röhre Nr. 133251 bisher 651 Aufnahmen bei 50 M.A. Belastung bei einer durchschnittlichen Expositionsdauer von 0,2 Sekunden, die Röhre 104364 1169 Aufnahmen bei einer Belastung von 40 M.A. und einer durchschnittlichen Expositionszeit von 0,6 Sekunden. Der Anschaffungspreis der Röhren betrug M. 145. Sechs Rapidröhren für Knochenaufnahmen erreichten eine durchschnittliche Lebensdauer von 164,7 M.A.-Stunden. Sie wurden nach Einarbeitung mit 15—24 M.A. belastet. Die durchschnittlichen Kosten für die M.A.-Stunde stellen sich auf M. 0.99. (Bei gasfreien Röhren nach Albers-Schönberg M. 1.71.) Diese Röhren wurden allerdings von mir persönlich eingearbeitet, und auch späterhin sind sämtliche Aufnahme von mir persönlich oder von meiner sehr gut eingearbeiteten Röntgenschwester ausgeführt worden. Daß die Lebensdauer eines Rapidrohres außerordentlich davon abhängt, ob es schonend, ich möchte sagen individuell, eingearbeitet wird, ist ja jedem erfahrenen Röntgenologen bekannt. Bei den Röhren vom DD.-Typ ist die Einarbeitung viel leichter und erfordert weniger Erfahrung, da diese Röhren von vornherein eine hohe Belastung vertragen.

Auf Grund meiner Erfahrungen komme ich also zu dem Schluß, daß durch die modernen gashaltigen Röhren der Betrieb so vereinfacht ist, daß er in dieser Beziehung nur wenig hinter dem mit gasfreien Röhren zurücksteht. Die Qualität der Bilder ist mit den gashaltigen Röhren im allgemeinen etwas besser, die Expositionszeit dagegen bedeutend kürzer wie mit den gasfreien Röhren. Die in der Therapie erzielten Erfolge sind dieselben. Die Kosten des Röntgenbetriebes sind einstweilen noch mit den gashaltigen Röhren erheblich geringer. Besonders wichtig ist diese Feststellung für Kollegen, die ein leistungsfähiges Instrumentarium für gashaltige Röhren besitzen und für die, wenn sie zu dem Arbeiten mit gasfreien Röhren übergehen wollen, noch die hohen Kosten für die Beschaffung der Zusatzeinrichtungen für die gasfreien Röhren hinzukommen. Dazu kommt ferner noch, daß die heute gelieferten Apparate zum Teil aus Ersatzmaterial hergestellt und nicht so sorgfältig gearbeitet sind wie früher. Ich verkenne allerdings nicht, daß die Geschichte der gasfreien Röhren noch eine sehr junge ist, und daß die Schwierigkeiten der Materialbeschaffung während des Krieges und der Mangel an tüchtig geschultem, technischen Personal auf die konstruktive Durcharbeitung der Röhren und Apparate ungünstig eingewirkt hat, und zweifle nicht daran, daß, wenn diesen Firmen erst einmal wieder die Möglichkeit gegeben sein sollte, in normaler Weise zu arbeiten und zu forschen, daß dann die den gasfreien Röhren heute noch anhaftenden Mängel schnell beseitigt sein werden. Dann wird vielleicht erreicht werden, daß die gasfreien Röhren in bezug auf Rentabilität den gashaltigen sich überlegen zeigen werden. Die Qualität der Aufnahmen wird damit allerdings wohl kaum noch verbessert werden können, ebensowenig wie ich glaube, daß die in der Therapie zu erzielenden Erfolge durch die Einführung der gasfreien Röhren gesteigert werden.

Aus der chirurgischen Universitätsklinik Berlin (Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Bier).

Über den Röntgenbefund bei Enuresis nocturna (Spina bifida occulta).

Von

Dr. **Willy Hofmann,** jetzt Frankfurt a. Main.

(Hierzu Tafel XVI.)

Im Jahre 1909 machte Fuchs[1]) in Wien zusammen mit Mattauschek systematische Untersuchungen an Rekruten der Wiener Garnison, die an Bettnässen litten, und fand, daß sich sehr oft bei diesem Leiden eine Spina bifida occulta vorfindet. Da wir es bei dieser mit einer Hemmungsmißbildung zu tun haben, so nahm Fuchs als Erklärung für die durch sie bedingte Enuresis eine Myelodysplasie an und sagte, genau so wie der knöcherne Teil der Wirbelsäule mißbildet ist, weist auch der untere Teil des Rückenmarks und seine Ausläufer im Bereiche des epiduralen Kanales eine Mißbildung auf. Über die Art dieser Mißbildung gehen die Ansichten auseinander, und zwar stehen sich zwei Meinungen gegenüber. Nach der einen hat sich das Medullarrohr im unteren Teile nicht vollständig geschlossen, nach der andern, die z. B. auch von Virchow und Cruveilhier vertreten wird, ist dieser Schluß wohl erfolgt, doch haben sich dann sekundär Entzündungserscheinungen eingestellt, die zu Strängen und Verwachsungen geführt haben. Diese Stränge und Narbenbildungen drücken auf die unteren Teile des Rückenmarks, in erster Reihe auf die kaudalen Nerven, und sollen auf diese Weise die Enuresis hervorrufen. Für diese letztere Ansicht spricht einmal ein operativer Fall von Katzenstein[2]). Es gelang ihm in einem Falle von Spina bifida occulta mit schweren Blasen- und Nervenstörungen durch Lösung von harten fibrösen Strängen, die mit der Dura verwachsen waren, eine weitgehende Wiederherstellung zu erzielen. Auch Cramer[3]) fand bei seinen Operationen derartige Stränge, die von dem Gewebe unter der Haut oder den Muskelaponeurosen ausgingen und dann durch den Spalt in den Wirbelkanal eintraten, zuweilen kam es durch sie sogar zu Einschnürungen der Cauda.

Die Befunde von Fuchs sind später von mehreren anderen Autoren bestätigt worden, namentlich auch von Peritz[4]). Dieser machte seine Untersuchungen ebenfalls an Rekruten und an Waisenkindern. Er fand bei 22 Erwachsenen in 68,2 % der Fälle und bei 20 Kindern in 35 % eine Spina bifida occulta. Wir hatten in den letzten Jahren an der urologischen Abteilung der Klinik eine auffällige Zunahme der Fälle von Bettnässen zu verzeichnen gehabt, eine Beobachtung, die auch von anderer Seite vielfach gemacht und verschieden erklärt ist. Wir haben nun sämtliche Fälle von Enuresis, vor allem diejenigen, bei denen sich keine besondere Ursache für das Bettnässen, wie z. B. Würmer oder krankhafte Veränderungen der Nieren und Blase, feststellen ließ, röntgenologisch durchuntersucht. Auf die Wichtigkeit des Röntgenbildes für den Nachweis der Spina bifida occulta hat in neuerer Zeit besonders Graessner[5]) hingewiesen. Er fand unter 492 Röntgenogrammen der Lendenwirbel- und Kreuzbeingegend 78 mal eine Spina bifida occulta, also in nicht ganz 16 %. Er ist der Ansicht, daß etwa jeder zehnte Mensch ein Offenbleiben des 5. Lenden- oder 1. Sakralwirbels aufweist. Von uns wurden im ganzen 125 Fälle von Enuresis nocturna untersucht. Von diesen fand sich bei

---

[1]) Über den klinischen Nachweis kongenitaler Defektbildungen in den unteren Rückenmarksabschnitten — (Myelodysplasie). Wiener med. Wochenschr. 1909. Nr. 37.

[2]) Arch. f. klin. Chir. Bd. 64.

[3]) Nach der Mitteilung von Graessner, Der röntgenologische Nachweis der Spina bifida occulta. Festschrift d. Cöln. Akademie für prakt. Med. Bonn 1915. S. 357.

[4]) Deutsche med. Wochenschrift 1911. Nr. 27.

[5]) S. obige Anmerkung.

74 oder in 59,2 % eine Spina bifida occulta, 34 wiesen normale Verhältnisse des Röntgenbildes auf; bei 17 war der Befund zweifelhaft. Durchschnittlich handelte es sich um Kinder im Alter von 8—13 Jahren; es sind auch einige jüngere mit inbegriffen, sowie einige Erwachsene bis zum Alter von 35 Jahren. Am häufigsten ist die Spina bifida des 1. Sakralwirbels. Wir fanden sie 49 mal, also in 66,2 % der Gesamtzahl. Wie sich die Spaltbildung sonst über die einzelnen Wirbel verteilt, wird aus folgender Tabelle ersichtlich:

Wirbel	Anzahl der Fälle von Spaltbildungen am Kreuzbein
5. Lendenwirbel	10
1. Kreuzbeinwirbel	49
2. Kreuzbeinwirbel	4
5. L.-W. + 1. Kr.-B.-W. . . .	4
5. L.-W. + 1. + 2. Kr.-B.-W. .	2
1. + 2. Kr.-B.-W.	2
1. + 2. + 3. Kr.-B.-W.	1
1. + 2. + 3. + 4. + 5. Kr.-B.-W.	2
	Sa. 74

Zum Vergleiche sei die Statistik in der erwähnten Arbeit von Graessner herangezogen. Er fand in 87 Fällen von Spina bifida 27 mal ein Offenbleiben des ganzen Sakralkanales, 10 mal war dabei gleichzeitig eine Spaltbildung im 5. Lendenwirbel vorhanden, 53 mal fand sich die isolierte Spaltung am 1. Sakralwirbel. Das würde mithin einer Zahl von 61 % entsprechen, also fast der von uns festgestellten. Dreimal war der 1. und 2. Sakralwirbel gespalten. Bei den letztgenannten 56 Fällen war auch fünfmal der Bogen des 5. Lendenwirbels offen geblieben. Vier weitere Röntgenogramme zeigten nur eine Dehiszenz der unteren Lendenwirbel. Hier muß nun bemerkt werden, daß bei der Betrachtung von Bildern der Lendenwirbelsäule und des Kreuzbeins bei Kindern eine gewisse Vorsicht geboten ist, worauf auch schon Peritz hinweist. Entwicklungsgeschichtlich entsteht jeder Kreuzbeinwirbel aus 5 Knochenkernen, von diesen sind zwei für die Bögen bestimmt, einer für den Körper und zwei für die Seitenfortsätze. Die Vereinigung dieser 5 Verknöcherungspunkte erfolgt beim Kreuzbein später als in der übrigen Wirbelsäule und zwar im 2. bis 6. Lebensjahr. Die Nähte zwischen den einzelnen Teilen können unter Umständen auch noch länger erhalten bleiben. Im einzelnen geht die Verknöcherung nach Frenkel[1]) so vor sich, daß zunächst die beiden oberen Bögen an den drei oberen Wirbeln oben zu dem Rudiment eines Dornfortsatzes zusammenfließen, erst dann kommen die übrigen Teile nach. Wir sahen eine Anzahl Platten von kindlichen Kreuzbeinaufnahmen in unserer Sammlung im Hinblick auf diese entwicklungsgeschichtlichen Tatsachen durch und konnten feststellen, daß man bei jungen Kindern im Alter bis zu 2 Jahren sehr häufig die einzelnen Verknöcherungszonen noch deutlich unterscheiden kann. So waren beispielsweise bei der Aufnahme der Lumbosakralgegend eines Kindes von 5 Monaten die Wirbelbogen überhaupt noch nicht zu sehen, so daß man den Eindruck einer vollkommenen Spina bifida erhält. Bei Kindern bis zum 6. Jahre sieht man zuweilen die Nahtstellen zwischen den Bogen sehr deutlich, bei älteren Kindern ist aber meist schon eine vollkommene Verknöcherung eingetreten. Da es sich in unseren Fällen, wie schon oben erwähnt, meist um Kinder im Alter von 8 bis 13 Jahren handelt, so dürften wir die Spaltbildung an den einzelnen Wirbelbogen wohl als etwas Anormales erachten.

J. Robinsohn[2]) hat seinerzeit die Röntgenbilder des Kreuzbeines bei Fällen von Enuresis an Hand des Fuchsschen Materials genauer studiert und kommt dabei bezüglich der Spaltbildungen zu folgender Einteilung:

---

[1]) Beitrag zur anatomischen Kenntnis des Kreuzbeins der Säugetiere. Jenaer Zeitschrift Bd. VII.
[2]) Wiener med. Wochenschr. 1910. S. 1925.

1. Der Hiatus superior, der obere Spalt. Er reicht vom 1. bis zum 3. Kreuzbeinwirbel und kann in der Mittellinie oder außerhalb dieser oder auch schräg verlaufen.

2. Der untere Spalt, Hiatus inferior. Er reicht vom 5. bis zum 3. Kreuzbeinwirbel hinauf. Die Ränder können stark kallös und verdickt sein.

3. Die Spina bifida totalis, bei der die Vereinigung der sämtlichen Bögen nicht erfolgt ist.

4. Die Asymmetrie des Kreuzbeines, in Verbindung mit Spaltung der hinteren Bögen.

Robinsohn weist ferner darauf hin, daß der Hiatus selbst verschieden geformt sein kann. So ist der niedrige Hiatus meist halbkreisförmig oder hoch spitzbogenförmig. Ferner finden sich nach ihm bei Fällen von Myelodysplasie häufig Hiatus mit stark verdichteten Rändern, so daß man im Bilde die Grenzen besonders scharf sieht.

Was die Spaltbildung am 1. Sakralwirbel angeht, so sieht man nach Fuchs folgende verschiedenen Formen:

1. den Medialspalt, bei dem der Proc. spinosus vollkommen verschwunden ist oder seine beiden Hälften von der Mittellinie abstehen.

2. die Spaltung zu einer Seite des Processus,

3. die Spaltung zu beiden Seiten des Processus; dieser wird dann von dem darunter gelegenen Proc. spinosus II getragen.

4. die schräge Spaltung in zwei Lappen, von denen der eine, und zwar meist der linke, sich über den anderen hinüberlegt.

Wir geben im folgenden einige Haupttypen der von uns beobachteten Fälle von Spina bifida occulta wieder und kommen dabei noch auf einige Einzelheiten zu sprechen.

Fig. 1 zeigt zunächst zum Vergleiche das Röntgenbild einer normalen Kreuz- und Lendenwirbelsäule von einem 14jährigen Kinde. Die Proc. spinosi der Lendenwirbelsäule sind sehr deutlich zu sehen, aber auch am Kreuzbein sind sämtliche Wirbelbögen geschlossen.

Fig. 2 zeigt die häufigste Spaltbildung am Kreuzbein, die Spina bifida des 1. Sakralwirbels. Der Proc. spinosus fehlt vollkommen, man sieht nur zwei Stummel von beiden Seiten, die annähernd symmetrisch gelegen sind; zwischen beiden klafft eine breite Lücke. Das Bild stammt von einem 8jährigen Knaben. Es handelt sich um den Medialspalt nach Fuchs.

Fig. 3 zeigt eine Spina bifida des 5. Lendenwirbels bei einem 12jährigen Mädchen. Man sieht annähernd in der Mitte gelegen einen feinen Spalt im Wirbelbogen, der etwas schräg verläuft. Von den angrenzenden knöchernen Teilen ist der eine schmal, der andere dick und etwas unterhalb des anderen gelegen.

Fig. 4 zeigt eine Spina bifida des 5. Lendenwirbels bei einem 35jährigen Manne, der ebenfalls an Bettnässen litt. Hier sieht man sehr schön, wie sich die beiden Teile des Wirbels schräg untereinander geschoben haben, der Spalt selbst verläuft infolgedessen ebenfalls schräg.

Fig. 5 zeigt eine Spina bifida des 5. Lenden- und 1. Sakralwirbels bei einem 8jährigen Kinde. Das Bild ist hier wieder ein anderes. Am 5. Lendenwirbel findet sich ein schräger Spalt, annähernd in der Mittellinie gelegen. Die knöchernen Teile des Bogens sind wieder ungleich, und zwar sieht man deutlich wie sowohl oben wie unten je eine knöcherne Spange beide verbindet, so daß der Spalt zwischen diesen Spangen gelegen ist. Am 1. Sakralwirbel sind die Bogenteile sehr schmächtig und lassen in der Mitte eine kleine Lücke zwischen sich.

Fig. 6 zeigt eine Spina bifida totalis bei einem 15jährigen Knaben. Sämtliche Kreuzbeinwirbel sind weit offen, doch sind die Ränder des Hiatus nicht besonders verdickt.

Wir hatten unter unseren Fällen auch einige mit Hiatus inferior zwischen 4. und 5. Kreuzbeinwirbel, doch gehört diese Bildung noch in den Bereich des Normalen, wir haben sie daher nicht als Spina bifida occulta mitgezählt, obwohl es sich bei ihnen auch um Bettnässen handelte.

Graessner hat verschiedene Kreuzbeine von Leichen, die eine Spina bifida zeigten, röntgenographiert. Es zeigte sich dabei, daß die Platten mit den Röntgenbildern, die wir sonst vom Lebenden gewinnen, vollkommen übereinstimmten, wir können daher auch mit Sicher-

heit behaupten, daß es sich in den von uns erörterten Fällen wirklich um eine Spina bifida occulta handelt.

Bezüglich der Diagnose muß noch auf folgenden Punkt hingewiesen werden: Im allgemeinen war man bisher der Ansicht, daß zu der Erkennung der Spina bifida occulta auch andere Anomalien am Körper gehörten, wie z. B. abnorme Behaarung der Lendengegend, Mißbildungen der Füße, z. B. Klauen- oder Hohlfüße, ferner Sensibilitätsstörungen der unteren Extremität. Es ist auch schon von anderer Seite darauf hingewiesen worden, daß dem nicht immer so sei, und auch unsere Beobachtungen bestätigen dies aufs neue. Eine Anzahl unserer Fälle wurden neurologisch durchuntersucht. Ab und zu fand sich eine Thermhypästhesie an den Zehen, sonst keine neurologische Störung, auch keine abnorme Behaarung; es bestand lediglich die Blasenstörung, außerdem fand sich dann im Röntgenbilde die erwähnte Anomalie.

Für den Zusammenhang der Enuresis mit der Myelodysplasie sprechen nach Peritz auch die Erfolge der epiduralen Injektionen nach Cathelin, die auch wir in einer Anzahl von Fällen feststellen konnten.

Zusammenfassend möchten wir folgendes bemerken:

1. Bei Enuresis nocturna findet sich häufig, namentlich bei Kindern, im Röntgenbilde eine Spina bifida occulta im Bereich der Lumbosakralgegend, nach unserer Statistik in 59,2 %.

2. Am häufigsten ist die Spaltung des 1. Sakralwirbels, seltener die des 5. Lumbalwirbels, endlich finden sich auch Spaltungen im Bereich der übrigen Sakralwirbel.

3. Das Röntgenbild ist sehr oft das einzige diagnostische Hilfsmittel, um das Vorhandensein einer Spina bifida occulta festzustellen, da die übrigen sie begleitenden Symptome, wie abnorme Behaarung, Störungen des Nervensystems und Deformitäten, vollkommen fehlen können.

Bezüglich der Literatur sei auf die Arbeit von Ebeler in der Kölner Festschrift 1915 verwiesen.

Nachtrag bei der Korrektur:

Inzwischen ist noch eine Arbeit von Wodak erschienen (Jahrbuch f. Kinderheilkunde, Bd. 87), der ähnliche Bilder bringt wie wir. Ferner sei noch auf die Arbeiten von Treinbur (Med. Klinik 1913, Nr. 37 und Scharecke (Arch. f. Psychiatrie 1914, Bd. 53) hingewiesen, die gleichfalls über unsern Gegenstand handeln.

(Aus der Röntgenabteilung der medizinischen Klinik in Göttingen.
Direktor Geh. Med.-Rat Prof. Dr. C. Hirsch.)

Mitteilung über die röntgenologische Diagnose eines großen Nierensteins von eigenartiger Form und abnormer Lage.

Von

Dr. O. Müller.

Hierzu Tafel XVII, Figur a u. b.

Eine 40 Jahre alte Dame wurde wegen häufiger Schmerzanfälle im rechten Unterleib und wegen Beschwerden seitens der Harnblase (Cystitis) in die Privatabteilung des Herrn Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Hirsch aufgenommen. Als Kind hatte sie an Gelbsucht gelitten; vor 15 Jahren war bei ihr eine rechtsseitige Nephropexie vorgenommen worden, da man die Schmerzanfälle mit einer Wanderniere in ursächlichen Zusammenhang brachte; vor drei Jahren waren unter kolikartigen Schmerzen etwa ein Dutzend kleiner kantiger Nierensteine abgegangen; vor zwei Jahren wurde dagegen von mehreren Ärzten eine Gallensteinerkrankung angenommen (damals „stundenlanges Erbrechen von Wasser, Schleim und Galle"). Die letzten Schmerzattacken setzten etwa drei Wochen vor der Aufnahme ein. Mehrere Kuren in Bad Wildungen hatten teils Linderung gebracht, teils verliefen sie aber auch ohne jeden Erfolg. In der letzten Zeit konnte die Patientin nicht mehr lange stehen oder gehen, ohne die heftigsten Schmerzen in der rechten unteren Bauchgegend zu empfinden: sie war zu jeder Arbeit unfähig. Die Schmerzen waren mehr „ziehend", sie hatten nicht mehr den Charakter typischer Steinkolikanfälle wie früher.

Bei der Untersuchung findet sich im Abdomen unmittelbar unterhalb des rechten Rippenbogens beginnend ein etwa kindskopfgroßer Tumor, der bis ins Becken herabreicht. Er ist deutlich bimanuell



zu fühlen, aber nicht verschieblich (Nephropexie); seine Oberfläche ist glatt, Fluktuation läßt sich nirgends nachweisen. Die Palpation ist recht schmerzhaft. Im Urin findet sich bei alkalischer Reaktion eine Spur Eiweiß, kein Gallenfarbstoff. Das mikroskopische Bild des Harnsediments zeigt ein Gesichtsfeld voller Leukozyten; keine Erythrozyten, keine Zylinder.

Herr Geheimrat Prof. Dr. Hirsch stellte nach den klinischen Erscheinungen die Diagnose auf Stein im rechten Nierenbecken mit Pyelitis und Cystitis.

Bei der Röntgenuntersuchung des Magendarmkanals findet sich eine ausgesprochene Enteroptose; der Magen steht tief, ist nicht nach rechts verzogen, nirgends finden sich Anzeichen von Verwachsungen; nach sechs Stunden ist er entleert. Die Flexura hepatica des Colon liegt im Schattenbereich des Beckens, desgleichen das Colon transversum; der Darm ist für die Kontrastmahlzeit glatt durchgängig. Bei den drei Aufnahmen (unmittelbar nach der Einnahme des Röntgenbreis, sechs Stunden später und nach 24 Stunden) sieht man von der Höhe des vierten Lendenwirbels schräg nach abwärts verlaufend einen Schatten von der Form und Größe eines an seiner Spitze abgestumpften Enteneis ständig an der gleichen Stelle und in derselben Lage; seine breite Basis liegt an der Wirbelsäule, das untere Drittel ist leicht konzentrisch abgeschnürt und lagert auf dem Schatten des Beckenkammes. Zwei Nierenaufnahmen (im Liegen und mit Kompressionsblende gemacht) zeigen den gleichen Schatten in nur etwas höherer Lage: hier beginnt er am rechten Querfortsatz des dritten Lendenwirbels und endet etwa querfingerbreit oberhalb der Darmbeinschaufel, tritt ungleich deutlicher als auf den Magendarmaufnahmen hervor und ist scharf begrenzt.

Röntgendiagnose: Großer Stein in der rechten stark vergrößerten und verlagerten Niere.

Zystoskopisch wird festgestellt, daß während der ganzen Dauer der Blasenspiegelung aus dem rechten Harnleiter kein Urin entleert wird. Das Sediment des mittels Katheters aus ihm gewonnenen Harns zeigt den gänzlich gleichen Befund der früheren Harnuntersuchungen: das ganze Gesichtsfeld ist voller Leukozyten.

Zwecks Operation wurde die Kranke Herrn Prof. Dr. Fromme, stellvertretendem Direktor der chirurgischen Klinik überwiesen. Für die Überlassung des chirurgischen Teiles der Krankengeschichte bin ich Herrn Prof. Dr. Fromme zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

Nach Feststellung des Intaktseins und der normalen Funktion der linken Niere (in ihrem Harn keine Formbestandteile, normaler Ausfall der Indikanprobe) operative Entfernung der rechten Niere. Mit großem lumbalen Schrägschnitt Eingehen auf den Tumor, der sich als die rechte stark vergrößerte und nach unten verlagerte Niere erweist. Trotz starker Verwachsungen und unter besonderen Schwierigkeiten bei der Isolierung der Gefäße gelingt ihre Exstirpation ohne Verletzung des Peritoneums. Ein Durchschnitt durch die entfernte Niere zeigt, daß sie in einem großen Sack verwandelt ist; das Nierenparenchym ist nur noch in dünner Schicht erkennbar. Das Nierenbecken ist mit Eiter gefüllt, in ihm liegt ein einziger großer Stein. Er hat die Gestalt eines mit seichten Furchen und stumpfen Kanten versehenen Enteneis; seine Oberfläche ist feinhöckerig wie dicht mit Grieskörnern bestreut; in den größten Ausdehnungen ist er 6,8 cm lang, 4,9 cm breit und 3,2 cm hoch. Eine Röntgenaufnahme von ihm läßt deutlich ringförmige Schichtenbildung erkennen, die lebhaft an die Jahresringe auf dem Querschnitte alter Baumstämme erinnert, ein Bild, das auf dem Längsdurchschnitt des später eingebetteten und durchsägten Steins in schöner Weise hervortrat; ein Kern findet sich in ihm nicht vor. Nach chemischer Analyse besteht er aus phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia.

Die Operation brachte vollen Erfolg. Die Harnsekretion betrug in den ersten drei Tagen nach dem Eingriffe je 700 ccm. Am dritten Tage fand sich im Harn bei saurer Reaktion kein Eiweiß (Probe mit Spieglers Reagens), im Sediment keine Leukozyten, Erythrozyten oder Zylinder. Die Wunde schloß sich per primam, so daß die Patientin vier Wochen nach der Operation entlassen werden konnte. Einen Monat später stellte sie sich geheilt und ohne jede Beschwerden wieder vor.

Die eigenartige Form und abnorme Lage des großen Steins (Nierenverlagerung) schienen uns die Veröffentlichung um so mehr zu rechtfertigen, als frühere Untersucher die Schmerzanfälle im Sinne einer Cholelithiasis oder einer Wanderniere gedeutet hatten. Die Schmerzen waren zuletzt wohl mehr durch die sekundären entzündlichen (eitrigen) Vorgänge in der Niere und in ihrer Umgebung (Nierenbecken) bedingt gewesen. Die typischen Steinattacken lagen bereits, wie gesagt, längere Zeit zurück. Der anatomische Befund erklärt dies Verhalten ohne weiteres (fast völlig vereiterte Niere mit spärlichen Parenchymresten und dicken Verwachsungen des Organs mit der Umgebung). Die Röntgenaufnahmen hatten trotz der atypischen Schmerzanfälle und trotz der eigenartigen Form und abnormen Lage des Nierensteines die klinische Diagnose absolut gesichert und die Indikation für den operativen Eingriff als gegeben demonstriert.

Aus dem Röntgeninstitut des Kgl. Seraphimerlazaretts in Stockholm
(Chef: Prof. Dr. G. Forssell).

Magendivertikel simulierende Duodenaldivertikel an der Flexura duodeno-jejunalis.

Von

Åke Åkerlund.

(Hierzu Tafel XVIII.)

Vor ein paar Jahren veröffentlichte de Quervain[1]) zwei Fälle von röntgenologisch konstatierter Divertikelbildung in der Magengegend bei Cholelithiasis, die er als „funktionelle Magendivertikel" deutete, und im vorigen Jahre hat Schlesinger[2]) zwei neue Beispiele einer derartigen Divertikelbildung bei Ulcus duodeni vorgelegt, die von ihm als „spastische persistierende Magendivertikel" aufgefaßt wurden. Das Gemeinsame in den beiden Publikationen ist der Umstand, daß in den operierten Fällen die röntgenologisch nachgewiesene Nischenbildung bei der Autopsie am Magen nicht wiedergefunden werden konnte, weshalb die beiden genannten Autoren ihre Zuflucht zu der Annahme einer „funktionellen" bzw. „spastischen" Veränderung als die Divertikelbildung bedingend nehmen.

Da ich neulich Gelegenheit gehabt habe, röntgenologisch einen diesen analogen Fall zu analysieren, und dadurch zu einer ganz anderen Auffassung gekommen bin, habe ich es für angezeigt erachtet, gleichzeitig mit dem Bericht über meinen eigenen Fall die fraglichen Fälle einer Diskussion zu unterziehen, da es sich ja um eine für die Magenröntgenologie prinzipiell sehr wichtige Frage handelt.

Bevor ich über meine Beobachtung berichte, will ich etwas ausführlicher die vier erwähnten Fälle referieren und beginne da mit de Quervains beiden Fällen, deren erster die für die Deutung der übrigen grundlegende Beobachtung bietet.

Fall 1. 60jährige Frau mit Cholelithiasis und Cholecystitis. Bei wiederholten Röntgenuntersuchungen des Magens war die Gegenwart einer blasenförmigen Bildung, 4×5 cm groß, konstatiert worden, welche Kontrastmasse, Intermediärschicht und Gasblase enthielt und zwischen der kleinen Kurvatur und der Wirbelsäule und oberhalb des Quermagens lag. Sie war sogleich nach dem Abschluß der Mahlzeit sichtbar, konnte von dem vertikalen Teil der Curvatura minor und vom Bulbus freiprojiziert werden und wies bei verschiedenen Untersuchungsgelegenheiten stets dieselbe Größe auf.

de Quervain kam zu der Schlußfolgerung, daß es sich hier um ein von der Vorderseite des Canalis ventriculi oder dem Antrum pyloricum in der Nähe der kleinen Kurvatur ausgehendes Divertikel handelte. Bei der Operation wegen Gallensteinleidens (Cholecystektomie, Choledochusdrainage) wurde eine sorgfältige Untersuchung des Magens sowohl von vorn als von der Bursa omentalis aus vorgenommen. „Nirgends eine Andeutung von entzündlichen Prozessen, von Geschwürsresten oder von Divertikelbildung. Serosa völlig normal. Auch Pylorus und oberer Abschnitt des Duodenum, abgesehen von der Wandverdickung des letzteren, normal. Konsistenz des in ganzer Ausdehnung bimanuell abgetasteten Magens normal. Das Ligamentum hepatogastricum zeigt überall normale Verhältnisse. Bei der Palpation des Magens zeigt die Muskulatur sehr ausgesprochene Kontraktionszustände und zwar besonders auf Kneifen hin, zum Teil in der Weise, daß ein etwa walnußgroßer Bezirk der vorderen Magenwand durch zirkuläre Abschnürung zum Teil vom Magenkörper abgetrennt wurde. Diese Kontraktionszustände waren vorübergehender Natur." Erneute Röntgenuntersuchung nach der Operation zeigte die Divertikelbildung unverändert.

de Quervain schien keine andere Erklärung möglich als die Annahme einer funktionellen Störung. Die bei der Operation durch kräftige mechanische Reizung hervorgerufenen Kontraktionserscheinungen am Magen schienen ihm diese Auffassung zu bestätigen. Er fügte hinzu:

[1]) Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. 1915, Bd. 28, H. 4, S. 690.
[2]) Berl. klin. Wochenschr. 1917, Nr. 38, S. 915.

„Die dem Divertikel entsprechende Partie muß einen nicht nur relativ, sondern auch absolut herabgesetzten Tonus besitzen, sie muß paretisch, wenn nicht ganz gelähmt sein, um sich unter dem Einfluß des gewöhnlichen Binnendrucks in so grotesker Weise vorzuwölben — etwa wie eine schadhafte, dünne Stelle an einem aufgeblähten Gummiball". Die Ursache dieser lokalen Magenwandparese oder -paralyse, von der indessen, wie erwähnt, nicht die mindeste Spur bei der Operation zu sehen war — im Gegenteil löste mechanische Reizung an der fraglichen Stelle kräftige Kontraktionen aus —, will de Quervain entweder in einer lokalen Neuritis in einem kleinen Vagusaste oder in einer zentralen, nervösen Störung suchen.

Fall 2. 76 jähriger Mann, zwei Jahre vorher wegen eitriger Cholecystitis operiert, unter Beobachtung im Krankenhaus wegen plötzlich auftretender, rasch vorübergehender Schmerzen im oberen Teile des Bauches. Bei wiederholten Röntgenuntersuchungen wurde das Vorkommen einer runden, blasenförmigen Bildung von ungefähr derselben Größe wie das Divertikel im vorigen Fall konstatiert. Sie lag in der Höhe des 4. Lendenwirbels links von diesem und enthielt Gas. Gleichzeitig mit der Füllung des Magens trat auch in den unteren Teilen dieser sackförmigen Bildung eine Kontrastschicht auf. Die Aussackung zeigte eine zapfenförmige Verlängerung nach unten. Im Verhältnis zur Wirbelsäule hatte sie eine unveränderte Lage auf allen Bildern, während ihre Lage im Verhältnis zum Magenkörper beträchtlich wechselte, so daß sie an der unteren Kontur des Quermagens zu sehen war, wenn der Magen fast leer war und hoch stand, dagegen an der oberen Kontur desselben, wenn der Magen bei starker Füllung tiefer stand. Auf Profilbild erwies sie sich als auf der Hinterseite des Magens, in der Bursa omentalis minor belegen. Nach 8 Stunden fand sich eine Retention entsprechend der Aussackung, der Magen im übrigen leer. Noch nach 24 Stunden waren Kontrastreste im Divertikel vorhanden.

de Quervain nahm hier als sicher an, daß die Divertikelbildung dem Magen angehörte. „Die Aussackung gehört dem Magen an, da sie sich gleichzeitig mit demselben füllt, und da die Restbilder in derselben von den Bildern des Darmes unabhängig sind." Ferner nahm de Quervain zur Erklärung ihrer verminderten Verschiebbarkeit an, daß die vom Magen ausgehende Divertikelbildung an einer bestimmten Stelle der hinteren Bauchwand fixiert sei. Es schien de Quervain zunächst nicht unwahrscheinlich, daß die Divertikelbildung durch ein großes, nicht völlig penetrierendes Ulcus mit sich ausbuchtender, noch erhaltener Serosa (wie in Petréns und Edlings[1]) bekanntem Falle) verursacht sein könnte. Da der Patient indessen nie auch nur die mindesten Ulcusbeschwerden gehabt hatte, schien doch eine solche Deutung de Quervain wenig ansprechend, und er scheint schließlich am meisten der Annahme zuzuneigen, daß auch hier ein funktionelles Moment bei der Entstehung der Divertikelbildung wenigstens mitgewirkt hat. Eine Operation wurde nie ausgeführt.

Schlesingers beide Beobachtungen betrafen, wie erwähnt, Patienten mit Duodenalgeschwüren.

Fall 3. 41 jähriger Mann mit vieljährigen, atypischen Magenschmerzen. Röntgenuntersuchung zeigte nach 200 g Baryumbrei einen „Tabaksbeutelmagen" mit hochgradiger „Einrollung" bzw. Retraktion der kleinen Kurvatur. Der Pylorus war unmittelbar bis an die Kardia herangezogen, die kleine Kurvatur auf wenige Zentimeter zusammengezogen. Typische duodenale Druckempfindlichkeit. Innerhalb des unteren Teils der Intermediärschicht des Magens trat ein fingerspitzengroßer, von einer kleinen Luftblase überdeckter Schatten hervor, der sich scharf gegen die übrige Kontrastfüllung abzeichnete. Auf einer späteren Platte nach $2^1/_2$ Stunden hatte der Magen seine gewöhnliche Form angenommen, die kleine Kurvatur war wieder aufgerollt, der Spasmus hatte sich gelöst, aber der divertikelähnliche Schatten blieb unverändert bestehen, nun innerhalb des Gebietes des oberen Teiles des Magens völlig isoliert. Schräg- und Profilbilder, undeutlich wegen des breiten Körperbaues des Patienten, schienen anzudeuten, daß das Divertikel der hinteren Magenwand angehörte; bei Lagewechsel zeigte es keine Dislokation. Man faßte zuerst das Divertikel als eine von der hinteren Magenwand ausgehende und ins Pankreas hinein penetrierende Ulcusnische auf. Bei Operation wurde ein Duodenalgeschwür konstatiert; dagegen zeigte sich die Magenwand vollständig intakt, weder durch Inspektion noch durch Palpation konnte die geringste Anomalie festgestellt werden; keine Adhärenzbildung. Der Kontraktionszustand der Magenwand während der Narkose war der gewöhnliche, Palpation löste nirgends auffällige Muskelzusammenziehungen aus.

[1]) Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen 1913, Bd. 21.

Gastroenterostomia retrocolica posterior mit Abknickung des zuführenden Endes und Exclusio pylori (Teilung).

Der Zustand des Patienten besserte sich nur vorübergehend nach der Operation; Schmerzen und profuse Blutungen traten auf. Erneute Röntgenuntersuchung nach 3/4 Jahr zeigte beträchtlich erschwerte Entleerungsverhältnisse mit 14stündiger Magenretention. Die Divertikelbildung konnte nicht nachgewiesen werden. Bei erneuten Untersuchungen nach einem weiteren halben Jahr und nach einem Jahre trat das Divertikel wieder an seiner alten Stelle hervor, das erstemal undeutlich und unvollständig, das zweitemal ebenso deutlich wie bei seinem ersten Nachweis. Patient starb im Zusammenhang mit einer erneuten Operation. „Die Sektion bestätigte den Operationsbefund", d. h. das Duodenalgeschwür und einen intakten Magen; eine Angabe über vollständige Bauchobduktion, bzw. Untersuchung des Duodenums in seiner Gesamtheit fehlt.

Schlesinger deutete das Divertikel als von dem Magen ausgehend und faßte es im Hinblick auf die obenerwähnte Beobachtung de Quervains als funktionell auf. Im Gegensatz zu de Quervain, der die Divertikelbildung als durch eine zirkumskripte Wandparese oder -paralyse bedingt annahm, sah Schlesinger in der Divertikelbildung das Resultat eines von dem Duodenalgeschwür aus reflektorisch ausgelösten „Tangentialspasmus", den er den übrigen am Duodenum beobachteten spastischen Magenphänomenen an die Seite stellte. Er fügte hinzu: „Welche Muskelfaserzüge an dieser eigenartigen, sich stets in der gleichen Weise darbietenden Kontraktion beteiligt sind, kann zurzeit nicht gesagt werden. Da in entsprechender Richtung verlaufende nicht bekannt sind, muß mit einer kombinierten Aktion mehrerer Züge gerechnet werden, die wir zurzeit nicht zu analysieren vermögen."

Fall 4. 42jähriger Mann mit okkulter Melaena und Hungerschmerzen. Wiederholte Röntgenuntersuchungen zeigten einen großen Magen von ungefähr gewöhnlicher Form und eine dem Divertikel im vorhergehenden Falle ganz analoge Bildung mit Gipfelgasblase. Die Divertikelbildung war ungefähr in derselben Höhe wie in jenem Fall belegen; ob sie der vorderen oder der hinteren Wand des Magens angehörte, konnte wegen der Korpulenz des Patienten nicht sicher entschieden werden.

Schlesinger faßte den Fall als ein verhältnismäßig frisches Duodenalgeschwür und das Divertikel in derselben Weise wie im vorhergehenden Falle auf. Röntgenologisch fand sich kein Anhaltspunkt für die Annahme eines Duodenalgeschwürs. Er fügte indessen hinzu: „Es scheint, daß die das Ulcus duodeni begleitende Exzitationsneurose des Magens sich hier in dem tangentialen zur Divertikelbildung führenden Spasmus der Magenwand konzentriert hat."

Einen weiteren derartigen Fall, bei dem eine bei Röntgenuntersuchung konstatierte Divertikelbildung, die als vom Magen ausgehend angenommen wurde, bei Operation nicht hat nachgewiesen werden können, hat neulich Goldammer[1]) beschrieben.

Er betraf einen Patienten mit schwerem Magenbluten und der Diagnose Magengeschwür. Röntgenuntersuchung zeigte sofort nach Beendigung der Mahlzeit und nach 3 Stunden eine pflaumengroße, querstehende Divertikelbildung mit deutlicher 3-Schichtung des Inhalts (Kontrastbodenschicht, Intermediärschicht, Gipfelgasblase), teilweise bedeckt von dem Magen, teilweise nach innen von der Curvatura minor freiprojiziert. Nach 5 Stunden war das Divertikel andauernd mit geschichtetem Inhalt gefüllt; Magen und angrenzende Dünndarmschlingen leer. Die Divertikelbildung zeigte auf den verschiedenen Platten keine Verschiebung. Die Curvatura minor ging vollständig unberührt mitten über das Divertikel, die Curvatura major zeigte nirgends eine Einziehung. Trotz des atypischen Befundes wurde ein penetrierendes Magenulkus angenommen. Die Operation stellte mit absoluter Gewißheit die Abwesenheit eines solchen fest. Der Magen wurde eröffnet und nicht nur digital, sondern auch mittels Rovsings Diaphanoskop untersucht: auch nicht das geringste Schleimhautulkus konnte nachgewiesen werden.

Goldammer fügte hinzu: „Weder die Operation noch eine zweite nach einigen Wochen vorgenommene Untersuchung hat irgend etwas zur Aufklärung des rätselhaften Befundes beitragen können." Meines Erachtens handelt es sich hier ganz unzweifelhaft um einen Befund völlig analog dem meinen.

---

[1]) Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen. Ergänzungsband 15. Zweite Aufl. 1916. S. 59



Einen hierhergehörigen Fall hat auch M. Simon[1]) veröffentlicht. Die röntgenologische Wahrscheinlichkeitsdiagnose war hier auf ein chronisches, tiefgehendes Magengeschwür in der kleinen Kurvatur auf Grund eines unregelmäßigen Schattens gestellt worden, der, 2 cm lang und $^1/_2$ cm breit, medianwärts von der Curvatura minor belegen, auf einer Platte sichtbar gewesen war. Da bei der Sektion einige Tage später an ungefähr entsprechender Stelle der Curvatura minor ein vollständig glatt ausgeheiltes Ulkus mit einigen dünnen perigastritischen Adhärenzen gefunden wurde, zog Simon daraus den Schluß, daß der verdächtige Schatten an dieser Stelle durch eine durch Adhärenztraktion bewirkte Ausstülpung der Magenwand verursacht worden war. Meiner Meinung nach handelt es sich auch hier nicht um eine Ausbuchtung der Magenwand, sondern um eine dem Duodenum in der Gegend der Flexura duodenojejunalis angehörige Ausfüllung. Hierfür sprechen folgende auf der gelungenen Reproduktion deutlich hervortretende Tatsachen: die Curvatura minor zieht unberührt, ganz messerscharf, über die lateralen Teile des verdächtigen Schattens hin, dessen Konturen sie unter scharfen, fast rechten Winkeln schneidet. Der verdächtige Schatten ist breiter in seinem medialen, von dem Magenschatten mehr entfernten Teil als in seinem lateralen, von der Curvatura minor gedeckten Teil und zeigt gekerbte Konturen von derselben Art wie eine normale Duodenalkontur. Außerdem nimmt man einen schmalen Streifen von gut Wirbelhöhe wahr, der sich von dem verdächtigen Schatten aus parallel und an der Curvatura minor nach unten hin erstreckt, entsprechend dem Verlauf der Pars ascendens duodeni. Da schließlich die Veränderung inkonstant ist (sie war nur auf einer einzigen Platte zu sehen), ist meines Erachtens die Richtigkeit dieser meiner Deutung nicht dem mindesten Zweifel ausgesetzt.

Mein eigener Fall betraf eine 50jährige Frau, aufgenommen am 13. V. 1918 in die Mediz. Klinik I des Seraphimerlazaretts (Prof. Dr. Israel Holmgren).

A. B., 7-para, letztes Kind vor 17 Jahren; seitdem Druck und Spannungsgefühl im Bauche sowie ständig wiederkehrende Magenbeschwerden in Form von Schmerzen, Blähungen, Diarrhöe und Erbrechen, in den letzten 2 Jahren außerdem Rückenschmerzen. Wegen der Magenschmerzen und des Druckgefühls hat sie immer nur wenig auf einmal zu essen gewagt und glaubt, daß sie deswegen bedeutend abgemagert ist. Im Anschluß an die Mahlzeiten hat sie einen eigentümlich gurrenden Laut in der Magengegend beobachtet.

Befund: Bauch: weich, unempfindlich, ohne palpable Resistenz. Keine Leber- oder Milzvergrößerung. Harn, Herz, Lungen O. Achylie. Weber in den Fäzes bei einer Gelegenheit positiv.

Mit Verdacht auf Magenkrebs wurde zur Röntgenuntersuchung geschritten. (Archivnummer: D. i. 10706.)

Pat. wurde während und nach dem Genuß von 400 g Ba-Brei untersucht. Nach der halben Mahlzeit wurde die erste Durchleuchtung in stehender Stellung vorgenommen.

Der Magen hatte da gewöhnliche Größe und Form, eine handbreithohe Intermediärschicht und zeigte zeitweise verstärkte Peristaltik. Zwischen der Curvatura minor des Längsmagens und der Wirbelsäule sah man (Fig. 1) in der Höhe von L I und L II eine pflaumengroße, ovale, vertikalstehende, sackähnliche Bildung, stark gasgefüllt und mit einer zentimeterhohen, halbmondförmigen Ba-Schicht am unteren Pole. Die Curvatura minor verlief ganz unberührt über den lateralen Teil der Aussackung hin, deren Luftblase hier durch die Intermediärschicht des Magens hindurch deutlich sichtbar war. Bei manueller Verschiebung des Magens ging die Divertikelbildung nicht mit den Magenbewegungen mit. Bei Drehung der Patientin zeigte es sich, daß das Divertikel in einer Ebene hinter dem Magen lag. Nach Abschluß der Mahlzeit war das Bild, von der vermehrten Magenfüllung abgesehen, unverändert. Durch Kanalis-effleurage wurde der Bulbus duodeni mit gewöhnlicher Leichtigkeit ausgefüllt; er war wohlgeformt und normalgroß und von der Divertikelbildung weit getrennt. Durch starke Schrägdrehung (bis zu fast geradem Profilbild) konnte das Divertikel von der Hinterseite des Magens,

[1]) Fortschritte a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen. Bd. 19.



von der es durch ein fast fingerbreites Spatium geschieden war, vollständig freiprojiziert werden. Bei Untersuchung in liegender Stellung (Fig. 2) war das Divertikel eine Wirbelhöhe höher, d. h. in Höhe von D XII und L I, belegen. Keine 4-Stundenretention in Magen oder Divertikel.

Hier war demnach durch Röntgenuntersuchung die Anwesenheit einer Divertikelbildung konstatiert worden, die sich schon während der ersten Hälfte der Mahlzeit mit Kontrastinhalt gefüllt hatte und zunächst vom Magen auszugehen schien, sich dann aber als nicht dem Magen oder Bulbus duodeni angehörig erwiesen hatte.

Da es mir im Hinblick auf de Quervains und Schlesingers obenerwähnte Fälle erwünscht schien, diesen interessanten Befund des weiteren klarzustellen, wurde nach einer Woche erneute Untersuchung vorgenommen.

Pat. wurde nun zuerst vor der Einnahme der Röntgenmahlzeit untersucht. Am Orte des Divertikels sah man nun wieder einen pflaumengroßen, luftgefüllten Raum. Bei Palpation dieses Gebiets wurde indessen die Luft aus dem Divertikel herausgepreßt. Nach Beendigung der Mahlzeit konnte keine sichere Ansammlung von Kontrastmasse im Divertikel trotz beginnender Entleerung in die Dünndärme und Untersuchung in verschiedenen Lagen beobachtet werden.

Auf Grund meiner Beobachtung, daß bei den beiden Untersuchungsgelegenheiten, wo die Patientin direkt vom Bett (Rückenlage) aus zur Röntgendurchleuchtung gekommen war, das Divertikel stark gasgefüllt gewesen war, erschien es mir nicht unwahrscheinlich, daß der Eingang zum Divertikel auf dessen Hinterseite belegen wäre. Ich machte daher den Versuch, das Divertikel dadurch mit Kontrastmasse zu füllen, daß ich die Patientin eine Stunde lang während der Magenentleerung auf dem Bauche liegen ließ. Der Versuch gelang über alles Erwarten.

Als ich nun die Untersuchung fortsetzte (Fig. 3), war der Magen zum größten Teil geleert. Das Divertikel war nun zu mehr als Pflaumengröße aufgetrieben, $4^1/_2$ cm breit und $7^1/_2$ cm hoch, schön oval rund, zu mehr als der Hälfte mit Kontrastmasse angefüllt, hatte eine fast zentimeterhohe Intermediärschicht und eine schöne Gipfelgasblase. Die oberen Jejunumschlingen bildeten nun kontinuierliche, federförmige Bänder, so daß man sie leicht ihrer ganzen Ausdehnung nach verfolgen konnte. Platten wurden in stehender Stellung (Frontalbilder und Seitenbilder, Fig. 4), in Rückenlage (Fig. 5), Bauchlage, rechter und linker Seitenlage aufgenommen. Sie zeigen alle sehr schön die verschiedenen Verschiebungen des Divertikels gegen den nun sehr kleinen Magenschatten und außerdem, daß das Divertikel hoch oben an dem Gipfel der Flexura duodeno-jejunalis belegen war. Eine weitere Bestätigung dieser Tatsache lieferte die Durchleuchtung während der Entleerung der letzten Magenportionen. Es wurde da nämlich jedesmal eine bedeutende Quantität Kontrastmasse in den Bulbus duodeni hinausgepreßt und durch eine kräftige Duodenalkontraktion als ein wurstförmiger Schatten durch das ganze Duodenum nach der Flexura duodeno-jejunalis hin getrieben, wo sie in das Divertikel hineingepreßt wurde, das dadurch jedesmal deutlich weiter aufgetrieben wurde, während die Gipfelgasblase an Größe abnahm. Das Phänomen war so deutlich, daß es jeden Zweifel über den Ausgangspunkt des Divertikels ausschloß.

Vier Stunden nach der Mahlzeit war das Divertikel andauernd von Kontrastmasse ausgefüllt; die Divertikelretention zeichnete sich scharf als ein schön runder, 4×4 cm großer, isolierter Schatten gegen eine im übrigen vollständig kontrastfreie Umgebung ab (Fig. 6).

Mein Röntgengutachten vom 23. V. 1918 hatte folgenden Wortlaut:

„Magen von gewöhnlicher Form und Größe mit einer beträchtlichen Intermediärschicht und zeitweise mit Hyperperistaltik. Konturen weich und eben ohne Zerfetztheit oder Defekt. Der Bulbus konnte auf gewöhnliche Weise ausgefüllt werden und war wohlgeformt.

An der Flexura duodeno-jejunalis ein anfangs luftgefülltes Divertikel, das dann mit Kontrastmasse ausgefüllt und dabei zu gut Pflaumengröße ausgedehnt werden konnte. Es war kaum druckempfindlich und deutlich gegen die hintere Bauchwand verschiebbar. Bei der einen Untersuchungsgelegenheit — nach der Kontrastausfüllung des Divertikels — nahezu Totalretention nach 4 Stunden im Divertikel. Keine 4-Stundenretention im Magen.

Röntgendiagnose: Gut pflaumengroßes Duodenaldivertikel an der Flexura duodeno-jejunalis."

Pat. klagte während des Aufenthalts im Krankenhause stets über Schmerzen, Gefühl von Fülle und Spannung in der Magengegend nach dem Essen sowie auch über in den Rücken ausstrahlende Schmerzen.

Operation wurde am 5. VI. 1918 von Privatdoz. Dr. E. Key ausgeführt, dessen Operationsbericht ich hier wiedergebe: „Schnitt in der Mittellinie im Epigastrium, der bis etwas unterhalb der Nabelebene verlängert wurde. Magen ohne Besonderheiten. Pylorus und Pars horizontalis superior duodeni durch Bindegewebsadhärenzen an der unteren Leberoberfläche und etwas nach hinten zu fixiert, so daß diese Teile nicht in die Bauchwunde vorgezogen werden konnten. Gallenblase normalgroß; kein Stein palpabel. Flexura duodeno-jejunalis weit nach links belegen. Von der Flexura duodeno-jejunalis ging der Anfang des Jejunum nach rechts und etwas nach unten ohne ein Mesenterium, demnach die hintere Fläche mit der hinteren Bauchwand verwachsen. Dieser Teil wurde bis zur Flexura duodeno-jejunalis selbst hin gelöst. Der allernächste Teil des Duodenum wurde bloßgelegt, es konnte da aber kein Divertikel gesehen oder gefühlt werden. Die Bursa omentalis wurde eröffnet. Ein Divertikel auch von hier aus weder sichtbar noch palpabel. Die Untersuchung wurde dadurch erschwert, daß die Patientin ziemlich fett war. Man verzichtete auf weitere Versuche, nach dem Divertikel zu suchen, da es eine große Gefahr für die Patientin mit sich gebracht hätte. Hierauf wurde Gastroenterostomia retrocolica posterior verticalis gemacht. Die ausgeführte Untersuchung schließt natürlich nicht aus, daß ein Duodenaldivertikel, vom untersten Teile des Duodenums ausgehend, vorhanden ist."

Pat. bekam nach der Operation Erbrechen, und die Darmpassage kam trotz Darmspülungen nicht in Gang. Daher wurde am 17. VI. 1918 Relaparotomie (Dr. Key) ausgeführt. „Um die Gastroenterostomiestelle herum eine Schrumpfung und Faltung der abführenden Darmschlinge; eine Bride ging quer über die abführende Schlinge; diese Bride wurde gelöst. Da anzunehmen war, daß der Schrumpfungsprozeß sich wiederbilden und fortgesetzt werden würde, wurde vordere Gastroenterostomie mit Enteroanastomose angelegt. Außerdem wurde eine Magenfistel angelegt."

Trotz der erneuten Operation erbrach Pat. andauernd, sobald die Leitung von der Magenfistel her abgesperrt wurde. Wenig oder keine Darmpassage. Am 27. VI. 1918 Tod nach starkem, zunehmendem Kräfteverfall infolge der Inanition.

Die Sektionsdiagnosen lauteten: „Oedema leptomening. — Thrombosis sinus sigm. sin. — Degeneratio parenchym. myocardii — Thrombi atrii sin. et arteriae renalis et aortae abdominalis — Peritonitis subacuta fibrinosa adhaesiva circumscripta — Peritonitis acuta diffusa incipiens — Status postoperat. — Diverticulum duodeni — Stasis organ. (Dr. Stenström)."



Fig. 7.
Sektionspräparat von hinten gesehen.
V = Ventrikel,
P = Pankreas,
B = Bulbus duod.,
J = Jejunum,
D = Divertikel,
1 = Gastroenterost. a p.
2 = „ a. a.

Bei der Sektion war der Magen (Fig. 7), von den operativen Veränderungen abgesehen, vollständig intakt. Von der Pars inferior duodeni dicht neben der Flexura duodeno-jejunalis und 4 cm oralwärts von der Gastrostomiestelle im obersten Teil des Jejunum ging ein pflaumengroßes, „falsches" dünnwandiges Divertikel aus, ausgekleidet mit einer in ausgespanntem Zustand ganz glatten Schleimhaut. Der Eingang zum Divertikel, der schön rund und von etwa 18 mm Durchmesser war, befand sich im unteren Teil des Divertikels und gehörte der Hinterseite des Divertikels an. Das Divertikel war hinter dem Pankreas belegen und reichte in ausgespanntem Zustande über den oberen Rand des Pankreas hinaus. Von der Bursa omentalis aus konnte es nicht entdeckt werden, weder mittels Palpation noch mittels Inspektion, trotzdem es sich sowohl unterhalb als oberhalb des Pankreas hier bis an den serösen Überzug heran erstreckte. Es war daher begreiflich, daß es bei der Operation nicht angetroffen worden war; bemerkenswert ist es, daß die hintere Gastroenterostomie in der nahen Nachbarschaft des Divertikels angelegt worden war, ohne daß es entdeckt worden war.

Die röntgenologische Deutung des Falles erhielt demnach — trotz des durchgehends negativen Operationsbefundes — bei der Sektion ihre volle Bestätigung.

Die Übereinstimmung zwischen meinem Fall und den grundlegenden Beobachtungen in de Quervains und Schlesingers Fällen ist so augenfällig, daß ich nach genauem Durchgehen aller der Primärangaben, auf welche diese beiden Autoren ihre Deutung gegründet haben, zu der bestimmten Auffassung gelangt bin, daß diese ihre Deutung irrtümlich ist, und daß es sich hier nicht um etwas vom anatomischen oder physiologischen Gesichtspunkt aus so vollständig Unerklärliches wie diese angenommenen funktionellen Magendivertikel — sie mögen nun spastisch oder paralytisch sein — handelt, sondern ganz einfach wie in meinem Fall um Duodenaldivertikel in der Gegend der Flexura duodeno-jejunalis.

Ich will nun der Reihe nach diese vier Fälle einer Diskussion unterziehen und zusehen, was in jedem Falle für eine solche Änderung der Auffassung spricht, und ob etwas vorliegt, was dagegen spricht.

In de Quervains erstem Fall scheint es mir zunächst klar, daß das Divertikel nicht dem Magen angehören kann; auf einem der reproduzierten Bilder (Fig. 2) ist es vollständig von dem Längsmagen, auf einem anderen (Fig. 1) von der linken Hälfte des Quermagens, auf einem dritten (Fig. 3) von der rechten Hälfte des Quermagens freiprojiziert. Außerdem ist das Divertikel mehr als doppelt so breit wie der ganze Canalis ventriculi, von dem es nach de Quervains Annahme ausgehen sollte, ohne daß der Kanalis bei der Operation irgendwelche anatomische Veränderung in der Wand oder im serösen Überzuge zeigte. Auf einer Platte (Fig. 6) sieht man tiefe peristaltische Ringwellen über den ganzen Quermagen hin, ohne daß eine gleichzeitige Veränderung des Divertikels nachgewiesen werden kann. Das Divertikel zeigt — soweit die Reproduktionen eine Unterscheidung erlauben — unbedeutende Verschiebbarkeit gegenüber den Lendenwirbeln: auf allen Platten scheint es in der Höhe des 3. und 4. Lendenwirbels belegen zu sein, während der untere Magenpol größere Variationen in seiner Höhenlage aufweist. Wie in meinem Fall war das Divertikel sofort nach Beendigung der Mahlzeit sichtbar und hatte bei verschiedenen Untersuchungsgelegenheiten stets dieselbe Größe. Daß es bei der Operation nicht nachgewiesen werden konnte, stellt ja nur eine weitere Übereinstimmung zwischen den beiden Fällen dar. de Quervains Auffassung, daß es sich hier um ein von der Vorderseite des Quermagens ausgehendes Divertikel handelte, ist wesentlich auf ein meines Erachtens sehr unbefriedigendes Profilbild gegründet, wo die hintere Magenkontur und die umgebenden Partien gar nicht herausgebracht worden sind. Was de Quervain hier als Divertikel aufgefaßt hat, ist meines Erachtens nichts anderes als der Canalis ventriculi und der Bulbus duodeni mit seiner kleinen Gipfelgasblase. Die Platte scheint übrigens nicht ein reines Profilbild, sondern eher ein Schrägbild darzustellen.

In de Quervains zweitem Fall war die Divertikelbildung auf der Hinterseite des Magens belegen, sie hatte eine zapfenförmige Fortsetzung nach unten hin, zeigte unveränderte Lage links vom 4. Lendenwirbel bei verschiedenen Lagen bei gleichzeitiger höchst beträchtlicher Höhenvariation des unteren Magenpols und wies Retention auf, nachdem der Magen im übrigen sich entleert hatte. Die Magenkonturen gingen überall vollständig unberührt über den Divertikelschatten hin. Soweit ich sehen kann, sind alle diese Beobachtungen nur geeignet, die Auffassung zu stützen, daß es sich um ein Duodenaldivertikel handelt. Nichts im Falle spricht gegen eine solche Annahme. Der Fall gelangte nie zur Autopsie.

In Schlesingers erstem Fall fand sich innerhalb des oberen Teils des Magens in der Intermediärzone — eine exakte Höhenbestimmung wird nicht angegeben und geht auch nicht aus den äußerst undeutlichen Reproduktionen hervor — ein kleinfingerspitzengroßes Divertikel mit Gasblase. Es schien auf der Hinterseite des Magens belegen zu sein und zeigte keine Dislokation bei Lageveränderungen. Soweit aus der undeutlichen Reproduktion des Bildes in rechter Seitenlage (Fig. 3) hervorgeht, erscheint es hier von dem Magen vollständig frei-



projiziert. Nach Gastroenterostomie und Exclusio pylori konnte das Divertikel anfangs nicht nachgewiesen werden (füllte sich nicht); nach einiger weiteren Zeit im Zusammenhang mit erschwerten Entleerungsverhältnissen für den Magen trat es aufs neue an seiner alten Stelle hervor. Bei Operation erwies sich der Magen als vollständig intakt, die spätere Obduktion „bestätigte den Operationsbefund". (Ob vollständige Bauchobduktion vorgenommen worden, wird nicht mitgeteilt; die Abwesenheit aller Detailangaben deutet darauf hin, daß die Obduktion nur partiell gewesen ist.) Auch in diesem Falle kann ich nichts finden, was der einfachen Annahme eines Duodenaldivertikels an der Flexura duodeno-jejunalis widerspricht, wodurch man ja der ganzen unbegreiflichen und gezwungenen „Tangentialspasmus"-Theorie entgeht. Das einzige, was gegen meine Deutung angeführt werden könnte, wäre vielleicht, daß die Divertikelbildung hier soviel höher lag als in de Quervains Fällen. In meinem Falle reichte jedoch das Divertikel in stehender Stellung bis zur Ebene des 1. Lendenwirbels und in liegender Stellung sogar bis zur Ebene des 12. Brustwirbels hinauf, weshalb ich auch diesen Gegengrund als bedeutungslos ansehe.

Schlesingers zweiter Fall wird von dem Autor nur sehr kurz geschildert, und Reproduktionen werden nicht gegeben, weshalb es schwer ist, denselben einer näheren Diskussion zu unterziehen. Auch hier handelte es sich um ein Divertikel mit Gasblase, projiziert innerhalb des oberen Teiles des Magens. Die Röntgenuntersuchung des Falles zeigte im übrigen nichts Abnormes. In diesem isolierten Divertikelbefund, gedeutet als durch einen „Tangentialspasmus" des Magens verursacht, einen konzentrierten Ausdruck für die das Ulcus duodeni begleitende Exzitationsneurose zu sehen und diesen Befund zur Bestätigung der Diagnose Ulcus duodeni zu verwenden, muß natürlich als vollständig unberechtigt bezeichnet werden.

Meine Ansicht geht demnach dahin, daß in den vier als „funktionelle Magendivertikel" veröffentlichten Fällen (de Quervains und Schlesingers) keine einzige einwandfreie Beobachtung mitgeteilt worden ist, die zu einer derartigen Deutung der Fälle berechtigt, sondern daß diese im Gegenteil — wie oben nachgewiesen worden — sich vollständig durch die Annahme eines Duodenaldivertikels in der Gegend der Flexura duodeno-jejunalis in voller Übereinstimmung mit meinem Falle erklären lassen. Solange nicht eine solche natürlichere und verständlichere Deutung derartiger Divertikelfälle ausgeschlossen worden ist, hat man meines Erachtens allen Anlaß, die Existenz der „funktionellen Magendivertikel", im obigen Sinne gefaßt, zu bezweifeln.

Zusammenfassung.

In den als „funktionelle" bzw. „spastische persistierende Magendivertikel" veröffentlichten Fällen, gleichwie in einigen ganz rätselhaften Magendivertikelfällen, wo die Operation die röntgenologische Divertikeldiagnose nicht verifiziert hat, dürfte es sich unzweifelhaft um retroperitoneale, eventuell auch hinter dem Pankreas belegene Duodenaldivertikel von der Gegend der Flexura duodeno-jejunalis her handeln. Ein solches Divertikel kann bei Operation nachzuweisen unmöglich sein. Es kann sich mit Kontrastmasse bereits während des Einnehmens der Mahlzeit füllen und von dem Magenschatten sehr schwer freizuprojizieren sein, weshalb es nahe liegen kann, dasselbe als von dem Magen ausgehend aufzufassen. Es ist jedoch von differentialdiagnostischem Gesichtspunkt aus zu beachten, daß ein solches Divertikel bei Verschiebungen nicht mit dem Magenschatten mitgeht, und daß die Konturen des Magenschattens über die Divertikelbildung hin verlaufen, ohne irgendwie dadurch beeinflußt zu werden; keine Einziehung, Aufschürzung oder Fixierung der Magenkontur an der Divertikelbildung kommt vor. Achtgabe auf diese Verhältnisse muß in den meisten Fällen zur richtigen Diagnose führen können.

Stockholm, im Juni 1918.

Ein neues Verfahren zur Herstellung von Schutzwänden und -körpern gegen Röntgenstrahlen.

Von

Dr. med. **Alexander Lorey**, Oberarzt für das Röntgenfach am Eppendorfer Krankenhaus

und

Fritz Kämpe, Baumeister bei der Baudeputation zu Hamburg.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß die tagtägliche Einwirkung minimalster Röntgenstrahlenmengen schwere, ja lebensbedrohliche Schädigungen des menschlichen Organismus hervorrufen kann. Alle erdenklichen Schutzmaßregeln anzuwenden liegt daher nicht nur im allereigensten Interesse des Röntgenologen, er ist vielmehr auch dafür verantwortlich, daß das ihm unterstellte Personal vor derartigen Schädigungen bewahrt wird. Besonders die stark gesteigerte Intensität und Durchdringungsfähigkeit der Strahlen bei den modernen Instrumentarien und Röhren, namentlich bei der Tiefentherapie macht es erforderlich, die Schutzmaßregeln auf das peinlichste auszubauen. Als geeignetster Schutz wurde bislang das von Albers-Schönberg zuerst angegebene Schutzhaus angesehen. Dasselbe besteht aus einer Holzkonstruktion, welche an der Innenseite einen Bleibelag trägt. Um den Arbeitsraum beobachten zu können sind Fenster eingelassen, die Bleiglasscheiben tragen. Bei größeren therapeutischen Betrieben hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, den Schutz in umgekehrter Weise zu erzielen, indem Patienten und Röhren in ebenso beschaffene Kammern eingeschlossen werden, so daß sich außerhalb derselben das Personal im Bestrahlungsraum frei bewegen kann, ohne von den Strahlen getroffen zu werden.

Derartige Schutzhäuser weisen jedoch manche Nachteile auf.

1. Da die Bleiwände an und für sich nicht tragfähig sind, ist eine Konstruktion des Schutzhauses aus tragfähigem Material, meist aus Holz erforderlich, auf das erst das Blei aufgenagelt wird.

2. Die Bleiplatten müssen, damit sie glatt liegen und sich nicht durchbiegen, mit sehr zahlreichen Nägeln befestigt werden. Da Eisen eine bedeutend geringere Absorptionsfähigkeit für Röntgenstrahlen hat, wie Blei so ist es unvermeidlich, daß der Strahlenschutz durchlöchert wird. Vermehrt wird diese Durchlöcherung noch durch die Nägel und Krampen, die zur Befestigung der zahlreichen Niederspannungsleitungen dienen, sowie durch die Schrauben zum Festhalten der schweren Schalttafeln. Ferner wird das freiliegende Blei mit der Zeit brüchig, so daß hie und da kleine Löcher entstehen.

3. Da das Blei ein sehr guter elektrischer Leiter ist, kann es bei Schadhaftwerden der Isolierungen sehr leicht zu Kurzschluß kommen. Außerdem macht die Durchführung der Hochspannungsleitungen Schwierigkeiten, da sich die große Bleifläche leicht auflädt, und dadurch störend auf den Betrieb der Röhre einwirkt.

4. Durch häufige Berührung der freiliegenden Bleiplatten ist die Gefahr der Bleivergiftung gegeben.

5. Ist Blei ganz außerordentlich teuer und zur Zeit in genügenden Mengen kaum zu beschaffen.

Die unter 2—4 erwähnten Nachteile hat Albers-Schönberg in seinem neuen Institut dadurch zu vermeiden gesucht, daß jeder einzelne Nagel mit einer Schutzkappe aus Blei gedeckt und indem andererseits im Inneren des Schutzhauses Holzfachwerk mit Bohlenbelag angebracht wurde, an dem die schweren Schalttafeln festgeschraubt werden konnten. Einrichtungen, die kostspielig und umständlich sind. Obige Überlegungen veranlaßten uns, auf anderem



Wege einen Strahlenschutz zu erreichen. Wir gingen von vornherein darauf aus, einen Schutzstoff zu finden, der zugleich als Baustoff für die Schutzwand oder für die zur Herstellung einer solchen Wand dienenden Baukörper verwendet werden kann, so daß ein besonderer Belag mit einer strahlenundurchlässigen Substanz und die Nebenkonstruktionen überflüssig wurden. Wir verfuhren nun so, daß wir Stoffe von hohem Absorptionsvermögen für Röntgenstrahlen mit einem geeigneten Baumörtel in verschiedenem Mischungsverhältnis vermengten. Aus dieser abbindefähigen Masse wurden Platten von verschiedener Dicke hergestellt, die wir zunächst auf photographischem Wege bei Vergleich mit einer 3 mm starken Bleiplatte prüften. Diese Versuche zeigten uns, daß der von uns eingeschlagene Weg der richtige war. Die Verwendungsmöglichkeit unserer neuen Schutzmasse ist eine unbegrenzte. So können aus unserem Material beispielsweise Platten-, Rabitz-, Monier-, Beton- oder Ziegelsteinwände, Mauersteine und Formstücke und demgemäß mit Leichtigkeit Schutzhäuser von jeder gewünschten Größe hergestellt werden. Die Wände werden entweder im Urzustand glatt verputzt oder mit Ölfarbe bestrichen; es läßt sich auch ohne weiteres ein Belag von Wandplatten anbringen. In allen Fällen entstehen glatte Flächen, die leicht abwaschbar sind. An der Innenseite wird ein weitmaschiges Gitter aus Holzleisten angebracht, an dem die Schalttafeln mit Haken angehängt und die Niederspannungsleitungen durch Klammern angebracht werden.

Auf unsere Veranlassung hatte Herr Dr. von Dechend die Liebenswürdigkeit, unser Material elektroskopisch auf Durchlässigkeit für Röntgenstrahlen zu prüfen. Er konnte dabei feststellen, daß aus unserem Mörtel geformte Platten von 1 cm Dicke dieselbe Schutzkraft haben, wie 0,6 mm Blei. Da ein Beleg von 2—3 mm Blei bisher im allgemeinen als ausreichender Schutz betrachtet wurde, würde eine Wandstärke des Schutzhauses von 6 cm (gleichwertig 3,6 mm Blei) bei Verwendung von unserem Material auch den erhöhten Anforderungen auf Strahlenschutz genügen. Es ist jedoch unbenommen, die Wanddicke noch weiter zu steigern und dadurch einen vermehrten Strahlenschutz zu erzielen. Eine Schutzwand von 3 mm starkem Bleiblech, wird einschließlich der erforderlichen Holztragwand und Holzverkleidung ebenfalls eine Gesamtstärke von 6 cm haben.

Damit ist jedoch die Verwendungsmöglichkeit unserer Schutzmasse noch nicht erschöpft. In Röntgeninstituten kommt man häufig in die Lage, den Wänden des Behandlungsraumes noch besondere Strahlenundurchlässigkeit zu verleihen, sei es daß neben diesem Raum sich die Dunkelkammer befindet oder ein Zimmer, in dem Personen sich lange aufzuhalten gezwungen sind. Man suchte dies bis jetzt dadurch zu erreichen, daß man Bleiplatten in die Wände einließ. Dies sehr kostspielige Verfahren ist jedoch sehr umständlich und schwierig, wie aus der Beschreibung von Albers-Schönberg hervorgeht. „Auf den eben und glatt abgeputzten Wänden wird der Bleibelag mit 7 cm langen Nägeln befestigt. Damit er sich, wozu er infolge seiner eigenen Schwere neigt, nicht durchhängt, ist er in kurzen wagerechten und senkrechten Abständen genagelt. Die Breiten der Bleibahnen, die sich 5 cm überdecken beträgt nicht mehr wie 30 cm. Die Köpfe der Nägel sind mit Bleilappen unterlegt, die herumgeklappt werden, so daß auch die Nagellöcher gegen Strahlung durch Blei gesperrt sind. Nachdem der glatt aufgelegte Bleibelag, um ihn vor der zersetzenden Wirkung des darauf zu verputzenden frischen Mörtels zu schützen, einen heißen Goudronanstrich erhalten hat, wird er mit zwei engmaschigen verzinkten Drahtnetzen überspannt, die in ihren Maschen versetzt, wie vorher mit verdeckter Nagelung befestigt werden. Die Drahtnetze bieten dem darauf geworfenen Putzmörtel Halt, der wie an den übrigen Wänden aus verlängertem Zementmörtel als Unterputz und Gipsglättputz als Oberputz besteht."

Nach unserem Verfahren läßt sich der Strahlenschutz dagegen in der einfachsten Weise erzielen, indem auf die vorhandene Backsteinwand oder dgl. ein Verputz aus unserem Mörtel direkt aufgetragen wird. Ein Verputz von 2 cm Dicke auf jeder Seite der Wand, entsprechend $2^1/_2$ mm Blei dürfte wohl für alle Fälle genügen. Ebenso einfach lassen sich strahlensichere andere Bauteile, wie oben ausgeführt aus unserem Material herstellen. Auch die Anfertigung



von Türen usw. bietet keine Schwierigkeiten, da diese Masse in Rahmen und dergleichen, unter Verwendung von Draht usw. gebracht werden kann. Ebenso wie Wände lassen sich auch Fußboden und Decken der Behandlungsräume schützen.

Das neue Verfahren hat also die folgenden wesentlichen Vorteile: Es gewährt einen ausgezeichneten und vollkommenen sicheren Strahlenschutz. Aufladungen und die Gefahr des Kurzschlusses werden vermieden. Eine Gefahr der Intoxikation, wie bei Blei besteht nicht. Es können durch dasselbe vorhandene Wände und Fußböden, sowie Decken mit Leichtigkeit strahlensicher gemacht werden. Das Material ist leicht zu beschaffen und gegenüber den bislang verwendeten Mitteln außergewöhnlich billig. Alle Holzkonstruktionen, die zum Tragen der Bleiplatten erforderlich sind, Nagelungen, Goudronanstrich usw. fallen fort, da aus dem neuen Material sich selbständige Wände herstellen lassen, die leicht abwaschbar und außerdem ohne Schwierigkeiten, falls gewünscht, noch mit Kacheln- oder Plattenbelag zu versehen sind. So ist es u. E. möglich, auf die Verwendung des kostspieligen Bleies zu verzichten und alle Übelstände desselben zu beheben.

Wenn des Ferneren noch einige Ausführungen über die Anbringung von Fenstern in strahlensicheren Schutzhäusern gemacht werden, so geschieht es in dem Wunsche, zu zeigen, daß wir auch auf diesem Gebiete bemüht waren, bisher beobachtete Mißstände nach Möglichkeit zu beseitigen.

Es hat sich herausgestellt, daß der Strahlenschutz bei den üblichen Bleiglasscheiben ein ungenügender ist, namentlich bei Verwendung von harten Strahlen. Man konnte auch die Dicke der Bleiglasscheiben nicht über ein gewisses Maß steigern, oder eine größere Reihe solcher Scheiben übereinanderlegen, da infolge von Unregelmäßigkeiten im Glas und unebener Oberfläche die Bilder so verzerrt wurden, daß eine Betrachtung des Bestrahlungsraums möglich wurde. Wir dachten deshalb schon daran, auf Fenster im Schutzhaus überhaupt zu verzichten und die Übersicht durch Spiegelung nach Art der Periskope zu erzielen. Neuerdings hat jedoch die Firma C. H. F. Müller ein Bleiglas herausgebracht, welches bei 2—3 cm Dicke ebenso durchsichtig ist, wie gewöhnliches Fensterglas und nicht die geringsten Verzerrungen des Bildes bewirkt, andererseits eine durchaus ausreichende Strahlensicherheit gewährleistet. Dieses Material in Verbindung mit dem unsrigen gibt aber Gewähr für eine einwandfreie Ausführung des Strahlenschutzes.

Unser neues Verfahren unter Ausschluß von Blei einen sicheren Strahlenschutz zu erzielen, ist zum Patent angemeldet.

Aus der II. chirurgischen Abteilung des Auguste-Viktoria-Krankenhauses zu Berlin-Schöneberg.
(Dr. Ernst Unger i. V., dirigierender Arzt.)

Über die direkte Herstellung von positiven Röntgenbildern[1]).

Von

Annie Basch, Röntgenassistentin des Krankenhauses.

In den meisten Krankengeschichten der Lazarette sind Röntgenaufnahmen der Verwundeten nur beschrieben oder notdürftig skizziert, selten liegen Kopien bei.

Es war erwünscht, ein möglichst einfaches Verfahren zu finden, um gleichzeitig mit dem üblichen Glasnegativ ein annähernd ebenso gutes positives Papierbild zu erhalten, das man der Krankengeschichte beifügen kann. (Die Herstellung von negativen Papierbildern, auch von zwei Bildern zu gleicher Zeit, ist nach der Methode Kroneckers, der Bromsilberpapier zur Aufnahme benützt, schon lange bekannt.)

---

[1]) Demonstriert im Verein f. Innere Medizin zu Berlin am 26. V. 1919.



Angeregt durch Herrn Dr. Unger, beschäftigte ich mich mit dem Problem: kann man ein positives Röntgenbild direkt herstellen?

In der gewöhnlichen Lichtphotographie sind verschiedene Methoden bekannt, um unter Umgehung eines Kopierverfahrens zu einem positiven Bilde zu gelangen:

a) Die Überexposition-Solarisation.

Darunter versteht man eine übermäßige Lichtwirkung, durch welche die Reduktionsmöglichkeit des belichteten Bromsilbers aufgehoben wird. (Sehr kurze Belichtung mit äußerst starkem Licht, z. B. dem elektrischen Funken, bewirkt auch Solarisation. Dieses Phänomen ist als Claydeneffekt bekannt.)

Wegen unsicherer Resultate wird die Solarisation praktisch nicht verwertet.

b) Das Duplikatnegativverfahren, das auf den Eigenschaften der Chromgelatine beruht.

Es wird in manchen Fällen zur Erzeugung eines seitenverkehrten Duplikates angewandt.

c) Das Umkehrverfahren; durch Behandlung der entwickelten Bromsilbergelatine mit Chromsäure oder anderen Lösungsmitteln von metallischem Silber und nachträglichem Behandeln der Platte mit Entwickler wird direkt ein positives Bild erzeugt.

Im Jahre 1882 wurde diese Methode zum ersten Male von Biny angegeben; später wurde sie von Obernetter, nach dem sie auch gewöhnlich „Obernettersche direkte Methode zur Herstellung von Duplikatnegativen" benannt wird, weiter ausgearbeitet und von Namias modifiziert.

Sie fand eigentlich nur in der Reproduktionsphotographie Anwendung, bis sie von den Brüdern Lumière im Autochromprozeß zur direkten Aufnahme eingeführt wurde. Nicht nur Platten sondern auch Entwicklungspapiere können auf diese Art behandelt werden.

Menthe benützte dies zur „Kontratypie" in der Bibliotheksphotographie; man kann auf diese Weise mit Hilfe des Prismaapparats Schriftproben und Druckseiten direkt positiv auf Bromsilberpapier photographieren.

Da die chemische Wirkung der Röntgenstrahlen auf die lichtempfindliche Schicht der Platte analog der der Lichtstrahlen ist, müssen die eben angeführten Verfahren auch auf die Röntgenphotographie übertragbar sein.

Beobachtungen über Solarisation, d. h. Umschlagen des negativen Bildes in ein Positiv, wurden schon bald nach Entdeckung der photochemischen Wirkung der Röntgenstrahlen gemacht. Zur Erzielung dieser Umwandlung ist eine — 15fache Überbelichtungszeit notwendig.

Von Luther und Uschkoff war die merkwürdige Beobachtung gemacht worden, daß das latente Bild durch Tageslicht zum Negativ entwickelt werden kann.

Villard prüfte dieses Phänomen nach und fand, trotz gleichen Vorgehens, daß bei ihm direkt ein positives Bild entstand.

Der verschiedene Erfolg von Luther-Uschkoff und Villard hängt nach Lüppo-Cramer vom Reifungsgrad der Bromsilberemulsion ab; der Umschlag ins Positive findet bei gereifterer Emulsion statt.

Nach eingehenden Untersuchungen von Lüppo-Cramer und Villard beruht die positive Tageslichtentwicklung auch auf Solarisation; an denjenigen Stellen, wo das Bromsilber von einer besonders starken Röntgenbestrahlung getroffen wurde, wird es durch eine darauf folgende weitere Behandlung mit Lichtstrahlen leicht in eine dem Entwickler gegenüber unempfindliche Modifikation übergeführt. (Herschel-Effekt.)

Die Tageslichtentwicklung eines Röntgenbildes muß in folgender Weise vorgenommen werden:

Die wie gewöhnlich exponierte Platte wird bei Tageslicht aus der Kassette genommen, in eine Lösung von einem Sensibilisator = z. B. $1\,^0/_0$ Nitrit oder einem Sensibilisator + Oxydationsmittel = z. B. Silbernitrat + Salpetersäure oder Zitronensäure, getan und so lange bei Tageslicht entwickelt, bis das positiv erscheinende Bild völlig verschleiert ist; darauf wird mit

2 %. Chromsäure übergossen; das Bild klärt sich und braucht dann nur noch ausgewaschen und getrocknet zu werden.

Man erhält zwar auf diese Weise direkt ein Positiv, gegen eine praktische Verwertung dieses Verfahrens sprechen aber viele Faktoren:

1. Die Plattenemulsion muß immer einen bestimmten mittleren Reifungsgrad haben.
2. Es ist eine längere Exposition als beim gewöhnlichen Verfahren erforderlich.
3. Das Bild ist nicht lichtbeständig, weil nicht fixiert. (Durch Fixieren würde nur ein ganz schwaches Bild übrigbleiben.)
4. Das Bild ist stets etwas verschleiert.
5. Es zeigt keine Gradation.

Das unter b) angeführte Duplikatnegativverfahren kommt wegen der Unempfindlichkeit der Chromgelatine für direkte Röntgenaufnahmen überhaupt nicht in Betracht.

Es bleibt also nur noch das sogenannte Umkehrverfahren; es ist meines Wissens noch nicht in der Röntgenphotographie angewandt worden.

Meine Versuche, Röntgenaufnahmen in dieser Art zu behandeln, ergaben ein sehr gutes Resultat.

Der Prozeß ist folgender:

Die tadellos exponierte Platte wird in der gewöhnlichen Weise, am besten mit langsam arbeitendem Entwickler, bis zu völliger Deckung entwickelt.

Nach gründlichem Abspülen kommt sie in das Umkehrungsbad: das reduzierte metallische Silber wird aufgelöst, das unbelichtete Bromsilber bleibt unverändert.

Man läßt die Platte so lange in diesem Bade, bis das negative Bild ganz verschwunden ist.

Dann wird wieder gründlich gespült und darauf einige Sekunden am Tageslicht belichtet.

Das vorher unbelichtete noch nicht reduzierte Bromsilber, das sonst im Fixierbade aufgelöst wird, erhält durch das Licht den Anstoß zur Reduktion; die Platte wird jetzt in dem vorher gebrauchten Entwickler kräftig durchentwickelt, gewaschen, fixiert usw.

Man erhält direkt ein positives Bild.

Lösungsmittel für metallisches Silber sind:

1. Doppeltchromsaures Kali + Salpetersäure oder Salzsäure.
2. Übermangansaures Kali + Schwefelsäure.
3. Ammoniumpersulfat.
4. Jod — Alkohol.

Bei meinen ersten Versuchen arbeitete ich mit Kaliumbichromat nach der Obernetterschen Vorschrift:

Aqua dest.	1000,0 ccm
Chromsäure	10,0 g
Kaliumbichromat	10,0 g
Salpetersäure	25,0 g

Zwischen Auflösen und Belichten fügte ich ein kurzes Klärbad von:

Aqua dest.	1000,0 ccm
Ammoniak	10,0 ccm
Bromammonium	10,0 g

Das Chrombad wirkt äußerst sicher und schnell, sodaß der ganze Entwicklungsprozeß kaum um die doppelte Zeit verlängert wird.

Leider konnte ich meine Versuche in dieser Art nicht fortsetzen, da Kaliumbichromat und Salpetersäure beschlagnahmt sind und unser Vorrat zu Ende ist. Ich versuchte deshalb, mit übermangansaurem Kali und Schwefelsäure zu lösen.

Das Lumièresche Rezept:

Aqua dest.	1000,0 ccm
Kaliumpermanganat	2,0 g
Schwefelsäure	10,0 g



reichte zwar für dünn gegossene Diapositivplatten und Bromsilberpapier aus, für die in Hinsicht auf recht gute Gradation dick gegossenen Röntgenplatten ist es zu schwach.

Eine Erhöhung des Schwefelsäuregehalts kann nicht gemacht werden, weil die Schicht dadurch zu sehr angegriffen wird.

Da bekannt ist, daß Jod-Alkohol nicht so sicher wirkt, versuchte ich jetzt das Ammoniumpersulfat nach der Vorschrift von Namias und fand es für Röntgenplatten sehr gut brauchbar.

(Ammoniumpersulfat = $S_2O_8(NH_4)_2$ wird auch sonst in der Photographie wegen seiner Silber lösenden Fähigkeit zum Abschwächen benützt.)

Der Vorgang ist genau so, wie beim Chrombad beschrieben, nur daß das Lösen mit Ammoniumpersulfat länger — 20 Minuten dauert.

Die Zusammensetzung des Bades ist folgende:

Aqua dest.	1000,0 ccm
Ammoniumpersulfat	40,0 g
Alaun	20,0 g

Zur Beschleunigung kann man noch einige Tropfen Schwefelsäure hinzutun.

Sowohl die beim Lösen mit Kaliumbichromat als auch die bei Benützung des Ammoniumpersulfats gewonnenen „Originaldiapositive" sind von ganz auffallend schöner Plastik und hervorragender Schärfe der Struktur.

Auf geeignetem Entwicklungspapier kann mit Hilfe des Umkehrverfahrens wieder ein positiver Abzug hergestellt werden. Auch Projektionsdiapositive lassen sich leicht anfertigen; natürlich muß man sie auch nach dem Umkehrverfahren entwickeln.

Durch diese Methode ist auch eine Lösung der von Herrn Dr. Unger gestellten Frage, ob man gleichzeitig negative Platte und positiven Abzug erhalten könnte, möglich. Man braucht nur eine Platte und ein Blatt des Kroneckerschen Röntgennegativpapiers auf einmal zu belichten und das Papier nach Obernetter zu behandeln.

Wegen seiner Billigkeit und schnellen Verarbeitung hat das Negativpapier gewisse Vorzüge vor den Glasplatten, doch kann das eingebettete Papierbild nie die Feinheiten der transparenten Platte zeigen; demgemäß sind diese positiven Papierbilder nicht so gut wie Abzüge von guten Platten. Von den Extremitäten und von Fremdkörpern bekommt man aber annähernd gute positive Papierbilder und kann sie der Krankengeschichte beifügen.

Infolge der Kriegsverhältnisse hat sich das Erscheinen der vorliegenden Arbeit, die bereits im August 1918 zum Druck eingereicht war, bis jetzt verzögert.

Im Laufe weiterer Versuche haben sich noch verschiedene Vorzüge aus der Möglichkeit anstatt eines Negativs direkt ein Positiv herzustellen, ergeben.

Man hat bis jetzt am sichersten die Diagnose aus der Platte, dem „Negativ", gestellt. Dies hatte bestimmte Gründe:

1. das Negativ ist sofort nach dem Entwickeln fertig zum Beurteilen;

2. es zeigt infolge seiner Transparenz alle Strukturfeinheiten besser als sie je der Abzug wiedergibt.

Grashey sagt im Atlas typischer Röntgenbilder:

„Es sei darauf hingewiesen, daß man Röntgendiagnosen nicht auf Grund von Kopien stellen soll, die stets hinter dem Originalnegativ zurückbleiben."

Trotzdem ist der Arzt oft gezwungen, positive Bilder zu begutachten, so z. B. die Abzüge von Platten, die von Patienten früher an anderer Stelle gemacht worden waren; bei Vorträgen werden fast stets Diapositive, nur sehr selten Dianegative demonstriert; die Reproduktionen in Büchern und Zeitschriften sind immer Röntgenpositive.

Das abwechselnde Sehen von Negativen und Positiven erfordert immer ein Umdenken und kann verwirrend wirken, ebenso der Unterschied des „negativen" Platten- und des „positiven" Durchleuchtungsbefundes.

Durch Einführung des Umkehrverfahrens könnte der Unterschied von „Negativ" und „Positiv" wegfallen. Wir hätten nur noch „Positive": die „Originalbilder" und die „Kopien".

Der Wunsch Rosenthals, die aus der Lichtphotographie übernommenen Ausdrücke „Negativ" und „Positiv", die nach Alexander für Röntgenbilder überhaupt unzutreffend sind, nicht mehr anzuwenden, würde dadurch erfüllt sein.

Februar 1919.

Zur kombinierten Chemo- und Strahlentherapie bösartiger Geschwülste.

Von

Prof. Dr. Gustav Spieß[1]).

Mit einem Beitrage: **Über Sekundärstrahlentherapie**

von Dr. Friedrich Voltz.

Die nachfolgenden Ausführungen sind Ideen, Versuche und Beobachtungen aus den Jahren 1913—14. Die Ausarbeitung und Durchführung bis zu bestimmt zu formulierenden Ergebnissen hat der Kriegsbeginn unterbrochen und die lange Fortdauer des Krieges hat mir die Wiederaufnahme und planmäßige wissenschaftliche Ausarbeitung bisher unmöglich gemacht.

So will ich über die Anfänge der Arbeit berichten, ihren Gedankengang entwickeln, in der Absicht, andere zu veranlassen, sich mit den zur Frage stehenden Aufgaben zu befassen und mitzuarbeiten.

Direkte Veranlassung dazu gab die Veröffentlichung von Neuberg und Caspari[2]), die im Jahre 1912 das vorläufige Ergebnis ihrer Heilversuche an Mäusetumoren mittels Metallen mitgeteilt hatten. Während meine Tier- und klinischen Versuche im Anschlusse an diese Arbeit im Gange waren und später, erschien eine Reihe von theoretischen und praktischen Arbeiten anderer Verfasser. Ehe ich auf meine Versuche zu sprechen komme, soll im Zusammenhange diese Literatur besprochen werden.

Neuberg und Caspari, die im Jahre 1912 das vorläufige Ergebnis ihrer Heilversuche an Mäusetumoren mittels Metallen mitteilten, betonten, daß ihre Ausführungen nur ein akademisches Interesse haben und warnten vor utopistischen Hoffnungen für die menschliche Therapie. Auf zwei Punkte, die zur Vorsicht in der Bewertung der erzielten Erfolge mahnten, wiesen die Verfasser hin: ein Stillstand im Wachstum der Mäusegeschwülste und eine Heilung konnte nur erzielt werden, wenn erstens die Dosis der wirksamen Metalle sich an der Grenze der tödlichen bewegte und wenn zweitens täglich ohne jede Pause intravenös gespritzt wurde. Sonst wurde häufig sogar ein Reiz ausgeübt und beschleunigtes Wachstum gegenüber den Kontrollen beobachtet.

Der theoretische Ausgangspunkt für diese neuartigen Versuche bildete eine frühere Feststellung Neubergs, daß das Radium nicht als chemische Substanz mit den Geschwulstbestandteilen reagiert, sondern seine Wirksamkeit auf dem Wege über die Zellfermente entfaltet. Nach Petri können die autolytischen Vorgänge in den malignen Geschwülsten gesteigert sein. Nach Neuberg können nicht nur der Grad, sondern auch die Wege und Produkte des Abbaues bei der Autolyse der Karzinome gegenüber der Norm verändert sein, Abweichungen, die Neuberg als „atypische Fermentvorgänge bei Krebs" bezeichnete und die später vielfach bestätigt wurden (Abderhalden, Rona, Pincussohn). Auch andere biochemische Vorgänge

---

[1]) Dr. med. Adolf Feldt, mein wissenschaftlicher Mitarbeiter, hatte die Freundlichkeit, die Literaturstudien zu bearbeiten und mir zu überlassen.

[2]) Neuberg, Caspari und Löhe, Weiteres über Heilversuche an geschwulstkranken Tieren mittels tumoraffiner Substanzen. B. K. W. 1912, S. 1405.



sind an Tumoren in vitro und bei kranken Menschen sichergestellt, die von den Verfassern dahin zusammengefaßt werden, daß es sich dabei um „gesteigerte und abnorme Fermenttätigkeit der Tumorzelle“ handelt.

Die Verfasser suchten daher nach Substanzen, die die autolytischen Tumorvorgänge der bösartigen Geschwülste im Tierkörper steigern, „die Zerfallstendenz des Tumors auf eine solche Höhe heben, daß er sich unter Fortbestand des übrigen Organismus sein eigenes Grab bereitet.“

Die Autolyse wird in vitro gesteigert durch Arsen und Schwermetalle, die daher zunächst zu Heilversuchen benutzt wurden.

Mit den Salzen und kolloidalen Lösungen der Schwermetalle hatten die Verfasser Mißerfolge. Wirksame Mittel aber haben sie gefunden durch „Verwandlung der Metalle in geeignete organische Verbindungen und Komplexformen“. Diese wirksamen nicht näher beschriebenen Verbindungen leiten sich ab vom Zinn, Blei, Arsen, Antimon, Vanadium, Quecksilber, Kupfer, Kobalt, Silber, Gold, Platin, Iridium, Ruthenium, Osmium, Palladium, Rhodium. Die besten Ergebnisse lieferten die Verbindungen des Kupfers, Zinns, Platins und vor allem die des Kobalts und Silbers.

Die heilende Wirkung auf die Mäusetumoren äußert sich darin, daß die Tumoren erweichen, sich verflüssigen und nekrotisch werden. Es kommt anfangs zu Hyperämien, dann zu Blutungen in die Geschwulst. Unter Nekrose und Resorption der erweichten Massen kann der Tumor ausheilen.

Die Art der Wirkung im Tumor stellt sich Neuberg derart vor, daß die Metallverbindungen im Tumor zerlegt werden, ein wirksames Prinzip abgespalten und nach vorhergehender Überführung in den kolloidalen Zustand im Gewebe ausgefällt wird. Mikroskopisch konnten im Tumorgewebe Niederschläge nachgewiesen werden, die sich chemisch als Derivate der angewandten Metalle charakterisieren ließen.

Die Versuche an Mäusegeschwülsten konnten bestätigt werden durch gleichfalls günstige Beeinflussung des Rattensarkoms und eines spontanen Hundeadenokarzinoms.

Levin[1]) sieht das Wesentliche der Versuche Neubergs und Casparis in der Beeinflussung der Gefäße durch Schwermetalle.

Heubner[2]) hatte beobachtet, daß die augenblicklich tödliche Wirkung des Goldsalzes (Goldnatriumchlorids) auf seiner ausschließlich die Kapillaren vergiftenden Eigenschaft beruht, während die Organzellen selbst fast ganz unbeeinflußt bleiben. Heubner schildert, wie es bei Hunden zu Verblutungen in das Abdomen kommen kann, womit die Bemerkung Casparis verglichen wird, daß es in einem Falle wahrscheinlich schien, daß ein Tier, welches gleich nach der Injektion starb, sich direkt in den Tumor hinein verblutete. Levin prüfte die Wirkung von Goldnatriumchlorid und Goldkolloidal (Kalle & Co.) auf Mäusetumoren und beschreibt eklatante Erfolge. Es kommt zu mehr oder minder mächtigen Blutungen in den Tumor, in dem sich Hohlräume bilden, die mit blutigen Zelltrümmern angefüllt sind. Die Blutungen und ihre Folgezustände sind nach Levin nicht die Folge einer Affinität der Metalle zu den Zellen, sondern zu den feinsten Blutgefäßen im Tumor.

Während Neuberg und Caspari die Speicherung der Metallverbindungen im Mäusetumor mit ihren Folgezuständen auf eine selektive „Tumoraffinität“ zurückführen, sieht sie Levin als Folge einer Verwandtschaft zu den feinsten Tumorgefäßen an. In beiden Fällen wird als primärer Angriffspunkt der Metallwirkung die Geschwulst selbst, und zwar entweder die Zellen oder aber die Gefäße des Tumors angesehen.

Es bleibt aber noch eine dritte Hypothese übrig, um die Veränderungen in den Mäusetumoren, die sich nach intravenöser Metallinjektion einstellen, zu deuten. Es ist denkbar, daß die Erweiterung der Gefäße im Bereiche des Tumors eine sekundäre Erscheinung ist, dadurch

---

[1]) Levin, Die Wirkung von Schwermetallen auf die bösartigen Tiergeschwülste. B. K. W. 1913, 841.

[2]) A. f. e. P. Ph. 1907.

hervorgerufen, daß die gesunden Gefäße des übrigen Körpers primär durch die Metallwirkung kontrahiert werden und die Gefäße im Bereich des Tumors passiv mit Blut überfüllt und somit rein mechanisch erweitert werden.

Diese Anschauung wird vertreten von Walker und Wittingham[1]). Sie gehen von Wassermanns Eosinselenversuchen und von einer Beobachtung Neubergs und Casparis aus. Caspari schreibt: „Spritzt man einer geschwulstkranken Maus eine Lösung tumoraffiner Substanz in die Schwanzvene, so beobachtet man fast momentan eine Entfärbung aller sichtbaren Gefäßpartien. Besonders an den Ohren der Tiere ist oft eine marmorartige Blässe zu konstatieren, in ähnlicher Weise an den Pfoten, der Schnauze usw.“ Den Grund für diese Erscheinung erblickte Caspari darin, daß die Gefäße, welche zum Tumor führen, außerordentlich erweitert und strotzend mit Blut gefüllt sind. Infolgedessen verbleibe den Körpergefäßen nur eine verminderte Blutmenge, die die Kontraktion bedingen soll.

Walker dagegen hält es für möglich, daß die geschilderten Gefäßvorgänge im Tumor mechanischer Natur sind und nicht durch eine selektive Wirkung auf den Tumor oder seine Gefäße zu erklären sind. Er weist darauf hin, daß die bösartigen Geschwülste von Nerven nicht versorgt sind und daß in diesen Mäusetumoren die Gefäßwände meist aus einer Lage von Zellen bestehen. Es sei möglich, daß die Wirkung der Metallpräparate auf die Gefäßnerven gerichtet ist und daher die allgemeine Kontraktion der Körpergefäße zur Folge hat. Dadurch steigt der Blutdruck in den Blutgefäßen und -räumen des Tumors, die dadurch passiv erweitert werden. So erkläre es sich, daß die intravenös gespritzten Metallpräparate weit mehr auf die Tumor- als auf die Körperzellen einwirken, und dort infolge ihrer Unbeständigkeit zerfallen, ehe die Körpergefäße sich wieder erweitert haben.

Walker und Wittingham spritzten daher tumorkranken Mäusen blutdrucksteigernde und allgemein gefäßverengernde Mittel ein. Die besten Erfolge erzielten sie mit einem Ergotinpräparat und mit Hypophysenextrakt. Es kam zu Abblassen der Maus, zu Hyperämien und Blutungen im Bereich der Tumoren. Besonders durch Hypophysenextrakt wurden hier sowohl Nekrosen als auch Blutungen erzielt und es kam zu offenbarer Wachstumshemmung der Geschwülste. Dadurch hielt Walker den Beweis für die Richtigkeit der mechanischen Theorie der Wirkung seiner Präparate für erbracht. Dagegen sieht er es nicht als erwiesen an, daß die von Wassermann und Neuberg angewandten Mittel irgendeine spezifische Wirkung auf die Krebszellen ausüben, sondern hält die von ihnen erzielten Resultate durch die hervorgerufene Kontraktion der Körpergefäße hinreichend erklärt.

Die Beweisführung Walkers wird nicht ohne Widerspruch bleiben, denn aus der ähnlichen Wirkung von gefäßverengernden Mitteln auf den Mäusetumor ist der Schluß auf einen gleichen Wirkungsmechanismus bei Metallpräparaten nicht zulässig. Die Frage des primären Angriffspunktes der Metalle bleibt dabei ungelöst.

Es ist aber wenigstens dadurch die Notwendigkeit erneuter Nachprüfung der pharmakologischen Wirkung von Metallverbindungen auf den tierischen Organismus klar und dringend erwiesen, denn bereits über die ersten und einfachsten Veränderungen, die durch Schwermetalle im Tiere hervorgerufen werden, herrscht völliges Dunkel.

Angeregt durch die Entdeckungen Wassermanns, die Beobachtungen von Neuberg, Caspari und Löhe, sowie die Versuche Werners mit Cholin, ist auch Pentimalli[2]) im Aschoffschen Institut zur Prüfung chemotherapeutischer Substanzen, darunter auch des Goldchlorids, im Tierversuch geschritten. Seine Resultate faßt Pentimalli in den Satz zusammen, daß sie sämtlich negativ verlaufen sind. Hier findet sich auch eine kritische Untersuchung der Gründe, wie die abweichenden Resultate anderer Forscher möglicherweise zu erklären seien.

[1]) Walker und Wittingham, Die Wirkung der allgemeinen Kontraktion der peripheren Blutgefäße auf Mäusetumoren. (Übers.) Lancet, 1913, I. 1010.

[2]) Pentimalli, Zur Frage der chemotherapeutischen Versuche auf dem Gebiete der experimentellen Krebsforschung usw. D. M. W. 1914, 1468.

Darnach spielt die chemische Wirkung der verwendeten Substanzen nur eine unterstützende, keine führende Rolle, indem die positiven Befunde, wenn auch nicht ausschließlich so doch im wesentlichen auf zufällige Vorgänge bzw. traumatische Beeinflussung zurückzuführen sind.

In einer Reihe von Abhandlungen hat endlich S. Fränkel[1]) in letzter Zeit darauf hingewiesen, daß die chemischen Substanzen, mit denen es gelingt, Mäusetumoren zu beeinflussen, pharmakologisch ein Gemeinsames haben, nämlich auf die Gefäße des Turmors zu wirken. Auch ein Goldpräparat, das Aurumnatriumzyanat[2]), hat er mit negativem Erfolge geprüft. Das Endurteil Fränkels lautet sehr pessimistisch dahin, daß es nicht gelingt, spezifische Wirkungen zu erzielen. Die wirksamen Mittel zeigen seiner Meinung nach keine differenzierte Wirkung auf Krebszellen im Vergleiche zu den normalen Zellen des Organismus. Selbst die Anhäufung sonst wirksamer Substanzen beeinflussen die Zellen des Tumors nicht im heilenden Sinne und es gehe kein Hoffnungsstrahl bei kritischer Betrachtung der Resultate aus, zu einem therapeutisch verwertbaren Resultate zu kommen.

Auf Grund der von mir früher bereits im Ehrlichschen Institute ausgeführten Heilversuche[3]) an Mäusekarzinomen möchte ich hier einige rein auf klinische Beobachtungen gestützte Überlegungen einfügen:

Ein Tumor wird in seiner Wachstumsenergie direkt von der Blutversorgung, d. h. von dem Querschnitt der Blutzufuhr abhängig sein, die auf reflektorischem Wege ausgelöst von dem Grade der Reizstärke der Tumorzelle abhängig ist — wenn man, wie ich, auf dem Boden der Reiztheorie steht.

Für diese Anschauung sprechen alle meine klinischen Beobachtungen: ein Kehlkopfkarzinom wird, unbehandelt, oft Jahre bestehen, ohne in seinem Wachstum stärkere Zunahme erkennen zu lassen. Wird es chirurgisch angegriffen und nicht gleich radikal entfernt, genügt der Eingriff schon, das Wachstum zu beschleunigen. Kauterisiert man aber, so wird unter der allgemein bekannten reaktiven Entzündung ein geradezu rapides Umsichgreifen die Folge sein.

Bei den gutartigen Kehlkopfgeschwülsten, den Papillomen, liegen die Verhältnisse genau ebenso, und regelmäßig durchgeführte Einspritzungen von Novokain und anderen stärkeren Lokalanästheticis können meist verhindern, daß die sonst so hartnäckigen Rezidive überhaupt wieder in Erscheinung treten.

Meine im Jahre 1906—7 im Ehrlichschen Institute ausgeführten Versuche, auf dieser Basis das Mäusekarzinom zu beeinflussen, haben die bekannt gegebenen außerordentlich günstigen Heilresultate erzielt, die ich auf der Internat. Krebskonferenz zu Frankfurt a. M. 1907 demonstrieren konnte: 6 Mäuse waren dreimal positiv mit Krebs infiziert und dreimal durch intratumorale Injektion von Anästhetikum 337 (Höchster Farbwerke) geheilt worden.

Der Heilerfolg ist meiner Ansicht nach nicht durch eine direkte Beeinflussung der Krebszellen zu erklären, sondern indirekt über den Weg der Blutbahn: der Tumorreiz auf die Auslösung der reflektorischen Hyperämie wurde aufgehoben, die Blutversorgung wurde unzureichend für die Tumorgröße, es fand zentraler Zerfall, Nekrose und Abstoßung oder Resorption des Tumors statt infolge der unzureichend gewordenen Blutversorgung.

Einen gleichen Erfolg hatte ich auch bei (noch nicht veröffentlichten) Versuchen mit halbseitiger Rückenmarksdurchschneidung. In der anästhetischen unteren Extremität

---

[1]) S. Fränkel und Fürer, Kritische Studien zur experimentellen Therapie maligner Neoplasmen, bes. III und V, W. K. W. 1916, 96 u. 327.

[2]) Der Gebrauch der pharmazeutischen Bezeichnungen von Goldpräparaten ist vieldeutig, daher sind die chemischen vorzuziehen. So ist es auch nicht klar, welches Goldzyanid von Fränkel benutzt worden ist. Die letale Dosis ist für beide Zyanide zu hoch angegeben, das Vergiftungsbild läßt auf das Aurizyanid schließen. Ein „Zyanat" im chemischen Sinne ist vom Golde nicht bekannt.

[3]) Spieß, Therapeutische Versuche zur Heilung von Krebsgeschwülsten durch die Methode der Anästhesierung. Münchner med. W. 1905, Nr. 40. — Experimentelle Heilversuche an Mäusekarzinomen. Ztschr. f. Krebsforschung 1907, Bd. V.

konnte der injizierte Tumor nicht wachsen. Der Reflexbogen war unterbrochen, die reflektorische Hyperämie unterblieb, die Vorbedingung für das Wachstum fiel fort.

Inwieweit die Wirkung der Röntgenstrahlen auf einer anästhesierenden beruht, wie von vielen Autoren beobachtet, will ich als unentschieden offen lassen. Der Gedanke an einen Zusammenhang liegt für mich auf Grund obiger Tierversuche nahe.

Die Versuche von Neuberg und Caspari gaben mir, wie gesagt, Veranlassung, das von meinem Mitarbeiter Dr. Feldt in den Höchster Farbwerken hergestellte Goldpräparat Aurocantan, da weit weniger tiergiftig als das von den genannten Autoren verwandte Aurozyanid, gegen Mäusetumoren zu versuchen.

Wieder hatte Herr Präparator Göldner die Freundlichkeit, im Ehrlichschen Institut die Untersuchungen auszuführen. Es ergab sich, daß unseren Goldpräparaten eine das Wachstum des Mäusekarzinoms hemmende Wirkung innewohnte, die bisweilen sogar zur Heilung durch Resorption, Demarkation und Abstoßung des Tumors führte.

Die Ergebnisse der Goldbehandlung der Mäusetumoren waren jedoch sehr wechselnde, solange nicht tägliche Injektionen der Goldpräparate (Aurocantan und ein nahestehendes Goldzyanpräparat) angewandt wurden. Betrugen die Pausen zwischen den einzelnen Injektionen 2—3 Tage, so war das Wachstum der Geschwülste ungehindert. Das beste Resultat ergab eine Serie von zwölf tumorinfizierten Mäusen, die anfangs täglich, späterhin jeden zweiten Tag mit Gold eingespritzt wurden: 6 Mäuse waren nach 35 Tagen komplett geheilt, 6 zeigten minimales Wachstum gegenüber 8 Kontrollmäusen, bei denen sich die Geschwülste enorm, bis zu doppelter Leibesgröße, entwickelt hatten.

Aurocantan wie Krysolgan (50% Gold enthaltend), welch letzteres jetzt wegen seiner spezifischen Wirkung auf den tuberkulösen Herd von uns gegen Tuberkulose empfohlen wurde, war uns nach 100facher Erfahrung bei Schwindsüchtigen in Dosierbarkeit und Wirkung genau bekannt.

So konnte ich, ohne Gefahr zu laufen, die Patienten zu schädigen, auch bei Krebskranken diese intravenösen Einspritzungen versuchen.

Traten bei Tuberkulösen schon nach kleinen oder mittleren Einzeldosen von 0,05—0,1 Krysolgan lokale Herdsymptome und stärkere fieberhafte Reaktionen auf, so fehlten solche bei Tumorkranken meist vollständig. Und während man bei Tuberkulösen wegen der lokalen und allgemeinen Reaktionen der ersten Einspritzung die zweite erst nach 8—14 Tagen, nach vollständigem Abklingen aller Symptome, folgen lassen darf, kann man hier täglich oder mit eintägigen Intervallen die Einspritzungen wiederholen, und zwar darf man gleich zu größeren Dosen von 0,2 übergehen; doch halte ich wegen etwa vorhandener Idiosynkrasie, die Toxikodermien im Gefolge haben könnte, immerhin Vorsicht am Platze und rate bei Frauen in einer Woche nicht über 0,8 g, bei Männern nicht über 1,0—1,2 g steigen zu wollen.

Heilung des menschlichen Krebses — es handelte sich ausschließlich um inoperable Fälle — konnte nicht erzielt werden. Möglich aber, daß die Dosen noch zu klein waren, möglich, daß Verstärkung der katalytischen Wirkung des Präparates durch gleichzeitige Verabreichung kleiner Quecksilbermengen[1]) noch einen Einfluß erkennen lassen wird.

Die mit Goldinjektionen behandelten Fälle von bösartigen Geschwülsten wurden nach drei Richtungen hin genauestens untersucht: in histologischer, ultramikroskopischer und chemisch-analytischer Beziehung.

Die histologische Untersuchung der exzidierten Partikel hat keinen eindeutigen Beweis für eine Heiltendenz der Geschwülste der goldbehandelten Patienten zu erbringen vermocht[2]).

In der Hoffnung, über die so wichtige Frage, in welcher Form das Goldpräparat im Tumorgewebe abgelagert sei, sichtbaren Aufschluß zu erlangen, wurden ungefärbte Schnitte in

[1]) cf. Feldt, Krysolgan ein neues Goldpräparat gegen Tuberkulose. B. Kl. W. 1917.

[2]) Die Mäusetumoren konnten bisher noch nicht verarbeitet werden.

Dunkelfeldbeleuchtung untersucht. Denn es war theoretisch die Möglichkeit nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, daß ähnlich wie Silberpartikel nach Injektion von Kollargol im Gewebe abgelagert durch die Methode der Dunkelfeldbeleuchtung nachgewiesen werden können, es auch mit Goldpräparaten vielleicht gelingen könnte, Goldteilchen ultramikroskopisch im Gewebe zu erblicken. Im positiven Falle wäre dadurch erwiesen worden, daß die Goldpräparate im Körper zu kolloidalem, dann ausgefälltem Metall reduziert worden sind. Der Nachweis gelang jedoch bisher nicht. Die besonders im Bereiche von Blutaustritten bei Dunkelfeldbeleuchtung massenhaft aufleuchtenden Partikel erwiesen sich bei Kontrollanwendung der Berlinerblaureaktion als Eisenabkömmlinge, da kolloidales Gold diese Reaktion nicht gibt. Somit konnten bisher weder mikroskopisch noch ultramikroskopisch metallische Goldteilchen im Gewebe sicher nachgewiesen werden. Alle späteren Beobachtungen sprechen dafür, daß die Annahme demnach nicht zu recht besteht, daß nämlich die Goldpräparate im Körper zu kolloidalem Golde reduziert werden, dafür hingegen, daß das Gold im Organismus in chemischer Bindung bleibt; hierfür spricht auch besonders die Beobachtung, daß das Gold im Harn chemisch gebunden ausgeschieden wird.

Da eine sichtbare Reaktion auch klinisch in den Geschwülsten nicht beobachtet werden konnte, es schien allerdings, daß das Wachstum verlangsamt würde, war es von besonderer Wichtigkeit, objektiv nachzuweisen, ob Gold im Tumorgewebe überhaupt in nennenswerter Weise gegenüber den normalen Zellen des Organismus gespeichert wird. Die exakteste Methode hierfür ist die chemische Analyse. Exzidierte Geschwulstteile wurden verascht und im analytischen Laboratorium der Höchster Farbwerke auf Gold analysiert. Hierbei fand sich in allen Fällen, in denen der Goldnachweis gelang, das hochwichtige Ergebnis, daß Gold im Tumor stark gespeichert war.

Es handelt sich um 11 Analysen. Ich führe zwei Fälle als Beispiel an.

Frau M. erhielt 8mal Aurocantaninjektionen zu 0,05 g, in Summa 0,4 g Aurocantan, die ca. 0,2 g Gold enthielten.

Der verarbeitete Tumor (inklusive Teile der Muskulatur) wog 34 g. Auf das Körpergewicht der Pat. berechnet war der Tumor der 1800. Teil des Körpergewichts. Die gefundenen 0,2 mg Gold sind der 1000. Teil der eingespritzten Menge, also zweimal mehr als den 34 g Geschwulst + Muskel entspricht Dabei ist die durch den Darm und die Niere erfolgte Ausscheidung unberücksichtigt geblieben (Mammakarzinom).

Frau D. erhielt in 10 Injektionen 0,55 g Aurocantan, was 0,275 reinem Golde entspricht. Der Tumor wog 3,673 g. Auf das Körpergewicht der Pat. von ca. 63 Kilo berechnet, war der Tumor der 17000. Teil des Körpergewichts. Die gefundene Goldmenge von 0,0002 entspricht dem 1000. Teil des nach Abzug der in 40 Tagen stattgehabten Goldausscheidung in Urin und Fäzes von ca. 1,4 mg pro die verbliebenen Restes von 0,215 g. So war im Tumor die 17fache Menge angehäuft (Hypopharynxkarzinom).

Es war also erwiesen, daß nach intravenöser Goldeinspritzung ein hoher Prozentsatz des Goldes im Tumor abgelagert und gespeichert wurde. Offen bleibt die Frage, wie die Verteilung des Goldes im Tumor war. Hauptsache zunächst war, daß Gold in relativ großen Mengen und in sicher feinster Verteilung überhaupt vorhanden war. Nun sollte es auch gelingen, das Gold zur Mitwirkung bei der Heilung des Krebses heranzuziehen.

Im Tierexperiment war ein heilender Einfluß der rein chemischen Wirkung des Goldes erwiesen, zur Heilung menschlicher Geschwülste war diese Wirkung allein unzureichend.

Daher glaubte ich von einer Kombination der Goldtherapie der bösartigen Geschwülste mit der zurzeit wirksamsten Behandlungsmethode, der Röntgentiefentherapie, eine gesteigerte Heilwirkung erwarten zu können und zwar durch Ausnutzung ihrer Sekundärstrahlung.

Ehe ich jedoch im Jahre 1913 an weitere Versuche, die chemotherapeutische Goldbehandlung durch Erzeugung von sekundären Röntgenstrahlen zu verstärken, herantrat, mußten zunächst einige prinzipielle physikalische Fragen experimentell geklärt werden: Wird durch die in der Therapie benutzte Röntgentiefenstrahlung überhaupt eine Sekundärstrahlung am Golde ausgelöst? Ist im Bejahungsfalle diese Sekundärstrahlung

zu biologischem Zweck verwertbar? Oder ist ein anderes Metall zu bevorzugen? Wie muß die primäre Röntgenstrahlung beschaffen sein, damit die charakteristische Sekundärstrahlung des Metalles ausgelöst wird?

Die Untersuchung dieser Fragen übertrug ich Herrn Dr. Friedrich Voltz, wissenschaftlichem Mitarbeiter der Reiniger Gebbert & Schall A.-G., Erlangen, der sich der großen Mühe dankenswert unterzog und diese Fragen eingehend bearbeitete. Herr Dr. Voltz hat die Aufzeichnungen seiner Studien zu diesen Problemen, die bereits in den Jahren 1913 und 1914 zur Ausführung kamen, in letzter Zeit (1917) entsprechend den inzwischen erschienenen neuesten physikalischen Forschungen überarbeitet und mir den nachfolgenden Beitrag für diese Veröffentlichung zur Verfügung gestellt.

Über Sekundärstrahlentherapie.

Von Dr. Friedrich Voltz.

I. Im Jahre 1913 ist Herr Geheimrat Spieß an mich herangetreten und ersuchte mich, einige für seine therapeutischen Untersuchungen wichtige Fragen zu beantworten. Die Fragen waren:

1. Sendet eine kolloidale Goldlösung eine therapeutisch verwertbare Sekundärstrahlung aus?
2. Welche Bedingungen müssen eingehalten werden, um eine auftretende Sekundärstrahlung in maximaler Menge zu erhalten?

Diese mir von Herrn Geheimrat Spieß gestellten Fragen bildeten die Grundlage einer Reihe von eingehenden Untersuchungen. Hier an dieser Stelle mögen nun im Zusammenhang mit den vorausgehenden und nachfolgenden Ausführungen von Herrn Geheimrat Spieß die beiden Fragen genauer beantwortet werden.

II. Zunächst sei einiges Allgemeine über die sekundären Strahlungen der Röntgenstrahlen angegeben. Ich will mich hier kurz fassen, da ein genaues Eingehen hierauf in diesem Rahmen zu weit führen würde; dabei verweise ich, soweit die Sekundärstrahlungen der chemischen Elemente in Frage kommen, auf eine größere Arbeit von mir über die sekundären Strahlungen[1]).

Wir unterscheiden drei Arten von Sekundärstrahlungen. Einmal die zerstreute Röntgenstrahlung. Sie ist reflektierte Primärstrahlung und der Vorgang ihrer Erzeugung ist ein ähnlicher, wie die Zerstreuung des sichtbaren Lichtes in trüben Medien. Für unsere Untersuchungen und die Beantwortung der beiden Fragen dieses Themas scheidet die zerstreute Strahlung jedoch aus der Betrachtung aus.

Wichtig sind für uns die eigentlichen sekundären Röntgenstrahlungen, von denen wir zwei Arten zu unterscheiden haben, die Fluoreszenzröntgenstrahlung und die sekundäre β-Strahlung. Nun zuerst zu der Fluoreszenzröntgenstrahlung. Die Fluoreszenzröntgenstrahlung ist ihrer Natur nach ebenso eine Wellenbewegung wie die eigentliche Primärstrahlung. Wir können für ihr Entstehen und ihre Natur folgende Sätze aufstellen:

1. Ein chemisches Element sendet eine sekundäre Röntgenstrahlung, Fluoreszenzröntgenstrahlung, dann aus, wenn die Härte der erregenden Röntgenstrahlung größer wird, als die Härte der Fluoroszenzröntgenstrahlung dieses Elementes beträgt, beziehungsweise, wenn wir die Wellenlänge der Strahlung als Maß annehmen, dann gilt, daß ein Element emissionsfähig wird, wenn die Wellenlänge der Erregerstrahlung kleiner wird, als die Wellenlänge der Fluoreszenzstrahlung ist.
2. Die Emission der Fluoreszenzröntgenstrahlung ist eine reine Funktion der Atome des emittierenden Körpers. Eine chemische Verbindung sendet demnach so viele Arten von Fluoreszenzstrahlung aus, als in der chemischen Verbindung chemische Elemente enthalten sind.

[1]) Voltz: „Die sekundären Strahlungen der Röntgenstrahlen und der Gammastrahlungen der radioaktiven Substanzen". Strahlentherapie 8, 1918, Heft 2, 337.



3. Die Fluoreszenzröntgenstrahlung ist in gewissen Grenzen homogen, doch senden die Elemente mehrere Gruppen solcher homogener Strahlen aus. Die Sekundärstrahlung einer chemischen Verbindung ist also nicht in diesem Sinne homogen, sondern sie setzt sich lediglich aus den homogenen Strahlungsgruppen der Elemente zusammen, welche diese chemische Verbindung aufbauen.

4. Ein chemisches Element sendet eine Fluoreszenzröntgenstrahlung auch dann aus, wenn das Element von Kathodenstrahlen hinreichender Geschwindigkeit getroffen wird. Diese Tatsache führt auch zum Entstehen der Eigenstrahlung der Antikathode, welche bekanntlich der Bremsstrahlung der Röntgenröhre superponiert ist.

5. Mit abnehmender Wellenlänge, beziehungsweise mit zunehmender Härte, sinkt für ein bestimmtes Element die Intensität der emittierten Fluoreszenzröntgenstrahlung, die ihren Höchstwert dann annimmt, wenn die Wellenlänge der Erregerstrahlung um das Vielfache einer Konstanten kleiner ist als die Wellenlänge der Fluoreszenzstrahlung. Die Intensität der Fluoreszenzstrahlung steigt, wenn auch in viel geringerem Maße, als die Abnahme mit der Wellenlänge beträgt, mit dem Atomgewicht und außerdem ist sie natürlich auch abhängig von der Intensität der Primärstrahlung.

6. Bei der Absorption von Primärstrahlen in einem Medium haben wir zweierlei Arten von Absorption zu unterscheiden: einmal normale Absorption. Diese ist vorhanden in all den Fällen, in denen nicht zugleich die Bedingungen für das Auftreten von Fluoreszenzröntgenstrahlen gegeben sind. Sie folgt zwei Gesetzen, wonach erstens die Absorption eines Massenelementes mit der vierten Potenz der Atomzahl zunimmt und zweitens die Absorption mit der 2,5-Potenz der abnehmenden Wellenlänge abnimmt. Selektive Absorption, dies ist der zweite Fall, tritt ein, wenn die Bedingungen für das Entstehen der Fluoreszenzstrahlung gegeben sind. Die selektive Absorption erreicht ihren maximalen Wert, wenn der Emissionskoeffizient der Fluoreszenzstrahlung seinen maximalen Wert erreicht. Die selektive Absorption nimmt mit abnehmender Wellenlänge rasch ab und erreicht bei einer bestimmten Wellenlänge einen Wert, von dem an sie vernachlässigt werden darf.

Die zweite Art der sekundären Strahlungen ist die sekundäre β-Strahlung, welche bei der Absorption von primären Röntgenstrahlen entsteht, also eine korpuskulare Strahlung. Wenn Röntgenstrahlen auf einen Körper auftreffen, so verursachen sie eine Loslösung von Elektronen, die sich mit ziemlicher Geschwindigkeit bewegen. Sie sind also von der gleichen Natur, wie die Kathodenstrahlen in der Röntgenröhre. Auch für ihre Entstehung und ihren Charakter lassen sich bestimmte Normen aufstellen, die im folgenden wiedergegeben seien:

1. Bei der Absorption von Röntgenstrahlen in einem Medium entstehen unter dem Einfluß absorbierter Energie sekundäre β-Strahlen, deren Geschwindigkeit einzig und allein durch die Wellenlänge der erregenden Strahlung bedingt wird. Die Loslösung von Elektronen ist eine reine Funktion der Atome. Ihre Geschwindigkeit und damit ihr Durchdringungsvermögen hängt nicht von der emittierenden Substanz ab.

2. Die Intensität der sekundären β-Strahlen, also die Menge der losgelösten Elektronen, ist von zwei Gesichtspunkten aus zu betrachten und zwar einmal, wenn normale Absorption eintritt und das zweitemal, wenn selektive Absorption zustande kommt. Ist normale Absorption gegeben, so steigt die Menge der sekundär gebildeten Elektronen mit der 4. Potenz der Atomzahl an, nimmt aber bei ein und derselben Substanz mit der 2,5-Potenz der abnehmenden Wellenlänge der Erregerstrahlung ab. Tritt selektive Absorption ein, so wird die Menge der sekundär gebildeten Elektronen auch noch bedingt durch den Emissionskoeffizienten der Fluoreszenzstrahlung. Die Menge der sekundär gebildeten Elektronen erreicht ein Maximum, wenn der Emissionskoeffizient der Fluoreszenzstrahlung seinen Maximalwert erreicht.

3. Da die Emission der sekundären β-Strahlen ein Atomeffekt ist, so erhellt daraus, daß die Menge der sekundären β-Strahlung, die von einer chemischen Verbindung ausgeht, gegeben



ist durch die Menge der von den einzelnen chemischen Elementen, welche diese Verbindung aufbauen, emittierten β-Strahlen.

4. Die Absorption der β-Strahlen selbst folgt wiederum bestimmten Gesetzen und zwar scheint sie eine periodische Funktion des Atomgewichtes zu sein. Auch die Absorption der sekundären β-Strahlen ist ein Atomphänomen. Die Absorption einer chemischen Verbindung läßt sich auf additivem Wege aus der Absorption der diese Verbindung aufbauenden Elemente bestimmen.

5. Zwischen primärer Röntgenstrahlung, sekundärer β-Strahlung und Fluoreszenzröntgenstrahlen bestehen derartig gesetzmäßige Beziehungen, daß sich der direkte innere Zusammenhang klar ersehen läßt. Es ist anzunehmen, daß für alle von den primären Röntgenstrahlen ausgelösten Effekte, wie chemische Wirkung der Strahlen, ionisierende Wirkung, Wärmewirkung, biologisch-chemische Wirkung und auch für die Fluoreszenzröntgenstrahlung, die sekundäre β-Strahlung das Bindeglied ist, wobei eben die Größe der Wirkung durch die Menge der sekundär gebildeten Elektronen bedingt wird.

III. Auf Grund der im vorausgegangenen Kapitel II niedergelegten Leitsätze können wir nun an die Beantwortung der beiden Fragen unseres Themas herantreten:

1. Sendet eine kolloidale Goldlösung eine therapeutisch verwertbare Sekundärstrahlung aus?
2. Welche Bedingungen müssen eingehalten werden, um eine auftretende Sekundärstrahlung in maximaler Menge zu erhalten?

Die erste Frage können wir bejahen. Das Wesen eines Kolloides ist bekanntlich dadurch erklärt, daß man das Kolloid als eine Suspension ultramikroskopischer Teilchen in einem Medium ansehen kann. Wesentliche Unterschiede einer kolloidalen Lösung gegenüber den Lösungen von Salzen und anderen Stoffen bestehen bekanntlich nicht. Wir können also für die Beantwortung unserer Frage die kolloidale Goldlösung als chemische Verbindung definieren und für eine solche hat sich ergeben, daß die sekundäre Röntgenstrahlung sich zusammensetzt aus den sekundären Strahlungen der Elemente, die diese Verbindung aufbauen. Unsere kolloidale Goldlösung ist eine Suspension von ultramikroskopischen Goldteilchen in destilliertem Wasser. Die Elemente, welche die Sekundärstrahlung bestimmen, sind also: Gold, Wasserstoff und Sauerstoff. Treffen demnach Röntgenstrahlen auf eine kolloidale Goldlösung auf und werden Strahlen in dieser Lösung absorbiert, so wird von den suspendierten Goldteilchen eine sekundäre Röntgenstrahlung ausgehen und zwar wird, da das Atomgewicht des Goldes ein hohes ist, die emittierte Sekundärstrahlung eine relativ hohe Intensität besitzen.

Für die Beantwortung der zweiten Frage müssen wir etwas weiter ausholen. Die Wellenlänge der Fluoreszenzstrahlung des Goldes ist, wenn wir die α-Linie der K-Serie des Fluoreszenzspektrums des Goldes zugrunde legen, $\lambda_\alpha = 0.12 \,.\, 10^{-8}$ cm, wenn wir die α_1-Linie der L-Serie zugrunde legen $\lambda_{\alpha_1} = 1.27 \,.\, 10^{-8}$ cm. Der Wert λ_α wurde experimentell noch nicht gewonnen, sondern durch Rechnung festgestellt.

Nun kann die Fluoreszenz dieser Linien nur angeregt werden, wie wir aus dem Vorausgehenden entnehmen können, wenn die Wellenlängen der Erregerstrahlungen kleiner sind, als die Wellenlängen dieser Fluoreszenzstrahlungen. Und zwar gilt:

$$1. \quad \lambda_0 \leqq \lambda_\alpha \,.\, c$$

$$2. \quad \lambda_0^1 \leqq \lambda_{\alpha_1} \,.\, c,$$

wobei λ_0 die Wellenlänge der Erregerstrahlung für die α-Linie der K-Serie bedeutet und λ_0^1 die Wellenlänge der Erregerstrahlung für die α_1-Linie der L-Serie. Da nun der Wert von $\frac{1}{c} = 1.5$ ist, so ergibt sich:

$$3. \quad \lambda_0 \leqq 0.08 \,.\, 10^{-8} \text{ cm},$$

$$4. \quad \lambda_0^1 \leqq 0.84 \,.\, 10^{-8} \text{ cm}.$$

Der Wert von λ_0^1 ist allerdings nur ein angenäherter, da der Wert für die Konstante c in den



Gleichungen 1 und 2 nur für die K-Serie bis jetzt einwandfrei festliegt. Dies hat jedoch für unsere Betrachtungen keine besondere Bedeutung, da die Differenz in den Maßen der praktischen Röntgenstrahlenmeßtechnik eine ganz geringe sein dürfte.

In den Maßen der praktischen Röntgenstrahlenmeßtechnik gilt für die Beziehungen 3 und 4:

$$5.\quad a_0 \leqq 8.420 \text{ mm Aluminium}$$

$$6.\quad a_0^1 \leqq 0.130 \text{ mm Aluminium,}$$

wobei a_0 die Halbwertschicht der Erregerstrahlung für die K-Serie des Goldes ist und a_0^1 die Halbwertschicht der Erregerstrahlung für L-Serie des Goldes. Beide Werte sind in Millimeter Aluminium ausgedrückt.

Aus den vorausgegangenen Ausführungen über die Sekundärstrahlungen können wir nun entnehmen, daß für ein bestimmtes Element die Intensität der Fluoreszenzröntgenstrahlung dann ihren maximalen Wert annimmt, wenn die Härte der Erregerstrahlung um das Vielfache einer Konstanten größer ist, als die Härte der Fluoreszenzröntgenstrahlung beträgt. Außerdem sehen wir, daß die Menge der sekundären β-Strahlung dann am größten ist, wenn der Emissionskoeffizient der Fluoreszenzröntgenstrahlung seinen maximalen Wert erreicht hat.

Die zweite Frage unseres Themas können wir also dahin beantworten, daß wir sagen:

Das Optimum der Erzeugungsbedingungen ist gegeben, wenn die Halbwertschicht der für diese Art Therapie zur Anwendung kommenden Röntgenstrahlen = 8.5 mm Aluminium beträgt.

Außerdem soll natürlich die Suspension der ultramikroskopischen Teilchen eine möglichst hohe sein, damit möglichst viele Sekundärstrahlenerzeuger vorhanden sind, denn auch hiervon ist die relative Intensität abhängig. Da wir weiter gesehen haben, daß die Intensität mit zunehmender Härte rasch wieder abnimmt, ist es Bedingung, daß die zur Verwendung kommenden Strahlen möglichst alle die Halbwertschicht 8,5 mm Aluminium haben. Wir müssen also, um das wirkliche Optimum, das allein einen therapeutischen Erfolg versprechen kann, zu erzielen, ein homogenes oder möglichst homogenes Strahlenbündel, bestehend aus Strahlen der Halbwertschicht 8,5 mm Aluminium, anwenden.

Mit den gewöhnlichen Röhren und den gewöhnlichen Apparaten kann dieses Optimum nur zum Teil erreicht werden, da das hier zur Erzeugung gelangende Strahlenbündel immer noch recht heterogen ist. Erreicht kann dieses Optimum aber werden mit den modernen Röntgenapparaten, die ja bekanntlich ziemlich homogene Strahlenbündel zu erzeugen gestatten.

Herr Geheimrat Spieß überwies mir seinerzeit für meine Versuche und Untersuchungen auch eine Reihe kolloidaler Goldlösungen. Ich stellte an denselben viele Versuche an, deren Beschreibung hier jedoch zu weit führen würde und die deshalb in einer besonderen Abhandlung zu gelegener Zeit noch dargestellt werden sollen. Nur einiges Allgemeine sei noch angeführt.

Wir können, wie aus diesen Ausführungen zu entnehmen ist, eine Reihe von Wirkungen, welche die Röntgenstrahlen hervorrufen, auf die Bildung von sekundären Elektronen als ureigentliche Ursache zurückführen.

Das Wesen eines Kolloides haben wir damit erklärt, daß wir das Kolloid als eine Suspension ultramikroskropischer Teilchen in einem Medium ansahen. Diese Suspension wird aufrecht erhalten durch Spannungen, die zwischen den Teilchen und dem umgebenden Medium vorherrschen. Diese Spannungen sind Oberflächenspannungen, die ihrerseits wieder durch elektrische Ladungen bedingt sind. Treten nun Röntgenstrahlen in diese Kolloide ein, so erzeugt die in ihnen absorbierte Energie eine Loslösung von Elektronen in ihnen und der Vorgang ist dann eben auch wieder der, daß die losgelösten Elektronen ihrerseits infolge der ihnen innewohnenden kinetischen Energie Fluoreszenzröntgenstrahlen erzeugen, die wieder an der Bildung von Elektronen beteiligt sind. Die gebildeten Elektronen verbinden sich aber auch mit neutralen Atomen und es tritt Ionisation auf.

Nun kann man bekanntlich die Beobachtung machen, daß, wenn man zum Beispiel einem Goldhydrosol die Ionen eines Salzes beifügt, die Lösung ausflockt. Die gleiche Erscheinung haben wir bei der Absorption von Röntgenstrahlen in einem Kolloid. Auch hier werden die Kolloide infolge der eintretenden Ionisation ausflocken, beziehungsweise wird eine Verringerung des Dispersitätsgrades eintreten und zwar nach längeren Bestrahlungen, wie auch aus den angestellten Versuchen zum Teil klar geworden ist.

Zusammenfassung.

1. Die von Herrn Geheimrat Spieß verwandte Goldlösung ist wohl imstande, eine therapeutisch verwertbare Sekundärstrahlung zu emittieren, wobei allerdings Bedingung ist, daß der Sättigungsgrad der Lösung ein möglichst hoher ist.

2. Das Optimum der Sekundärstrahlenbildung wird erreicht bei einer möglichst homogenen Primärstrahlung der Halbwertschicht 8,5 mm Aluminium. Da die primäre Röntgenstrahlung eine sehr harte ist, ist dieselbe besonders zur Behandlung tiefliegender Gewebe geeignet, wo sie in dem hier abgelagerten kolloidalem Golde eine intensive Sekundärstrahlung zu erzeugen imstande ist.

Nachdem so Herr Dr. Voltz die für meine klinischen Versuche der Kombination von Goldinjektionen und Röntgenstrahlen wichtigen Vorfragen experimentell geklärt hatte, schritt ich zur Anwendung der kombinierten Methode am kranken Menschen.

Die Anzahl der nach diesen Gesichtspunkten behandelten Fälle war nicht groß, schon aus dem Grunde, weil die meisten mir als Halsspezialisten überwiesenen Krebskranken an Halskrebs litten und sich noch zu chirurgischen Operationen eigneten. So läßt sich mein kleines Material statistisch nicht verwerten und nur auf subjektive Eindrücke hin ein Urteil abzugeben, ist doch zu wenig wissenschaftlich. Ich verzichte deshalb darauf, will aber als charakteristisches Beispiel zwei Krankengeschichten mitteilen, die manche interessante Einblicke und Ausblicke gestatten:

Fall 1. Patientin S., 50 Jahre alt, war wegen Brustkrebs rechterseits radikal operiert worden. $1^1/_2$ Jahr später trat in der linken Brustdrüse ein größerer derber Tumor auf, den ich wegen der Anamnese als Karzinom verdächtig ansprach. Der zugezogene Chirurg bestätigte diese Ansicht und riet zur sofortigen Operation. Da Patientin sich dazu nicht sogleich entschließen konnte, übernahm ich unter steter Kontrolle des Chirurgen die Behandlung. Es wurde Aurocantan viermal 0,05 intravenös eingespritzt und dann mit Röntgenbestrahlungen begonnen. Die Goldeinspritzungen wurden in Einzeldosen von 0,05—0,1 fortgesetzt. Im ganzen wurden in 20 Einspritzungen während 8 Wochen 1,75 g Goldpräparat injiziert. Die verabreichten Röntgendosen betrugen in 21 Sitzungen zu je durchschnittlich 50—80 x bei 9—10 Wehnelt in Summa 1200 x.

Der Erfolg war der, daß Patientin sich vollkommen wohl fühlte, vom Tumor nichts mehr nachzuweisen war und der Kollege meinte, es sei wohl doch kein Karzinom gewesen. Patientin starb $^1/_2$ Jahr später an Krebsmetastasen in der Wirbelsäule.

Fall 2. Patient A., 72 Jahre alt, von äußerst blassem kachektischem Aussehen, großer Mattigkeit, Einschlafen während der Sitzungen, Appetitlosigkeit und dergleichen. Längere Zeit wegen Nierenvereiterung und Blasenbluten in Behandlung. Durch ein Konsilium verschiedener Autoritäten wurde die Diagnose einer Nierentuberkulose vereinbart. Radikaloperation war abgelehnt worden. Wegen der Aussichtslosigkeit jeder Therapie, schlug ich den Versuch mit Goldeinspritzungen und gleichzeitiger Höhensonnebestrahlung, im Glauben an die Diagnose: Tuberkulose, vor. Abderhalden-Reaktion auf Krebs positiv!

Die Einspritzungen wurden gut vertragen und der Erfolg der zehnwöchigen Behandlung, während welcher im ganzen 19 Einspritzungen mit zusammen 0,95 Aurocantan verabfolgt waren, war ein auffallender. Das Aussehen des Patienten hatte sich schon wesentlich gehoben, die Mattigkeit und Schlaflosigkeit war vollständig verschwunden, das gesamte Krankheitsbild war auffallend günstig verändert: Der Nierentumor war stark zurückgegangen, doch waren die Blasenbeschwerden nicht wesentlich verändert. Leider bestand ich nicht auf einer Fortsetzung der Kur, als ich aus äußeren Gründen um eine Unterbrechung



gebeten wurde. Patient verschlechterte sich bald wieder und erlag seinem Leiden. Die Sektion ergab ein Karzinom auf der Außenseite der Blase. Tuberkulose bestand nicht.

Hier ist besonders interessant die Beeinflussung der Kachexie unter dem Einfluß der Goldverabreichung, die ich später auch in anderen Fällen noch beobachtet habe. Sie erklärt sich m. E. unschwer aus der oxydierenden Fähigkeit des Schwermetalls, welches als O-Katalysator auch in kleinsten Mengen schon, entsprechend den in der Chemie bekannten Vorgängen, imstande sein dürfte, Toxine auch in großen Mengen durch Oxydation abzubauen und ungiftig zu machen. Versuche mit Diphtherietoxin und Gasbrandtoxin haben dies bestätigt.

All diese Beobachtungen sollten in ausgedehnten Versuchsreihen auf ihre Richtigkeit geprüft werden, sie reichen nur bis Ende 1914. Die Kriegszeit hat uns andere, für den Augenblick wichtigere, Pflichten auferlegt; die Arbeit mußte liegen bleiben.

Seitdem sind neuere Arbeiten erschienen, die in die dunklen Gebiete schon neues Licht geworfen haben, und unsere Ideen — auf Priorität mache ich keine Ansprüche — schon überholt haben. Daß die beabsichtigte und vorgeschlagene Therapie theoretisch richtig ist, hat Barkla sehr schön ausgeführt, wenn er sagt: „Wenn schwere Elemente oder Salze, die schwere Elemente enthalten, in den menschlichen Körper durch Einspritzung oder auf andere Weise eingebracht werden und zwar so, daß die schwere Substanz in fein verteilter Weise im Innern des zu behandelnden Organs sich befindet, dann dient dieses Element als Umformer, in dem es die eindringenden Röntgenstrahlen absorbiert, und die Energie in Form von korpuskulärer Strahlung wieder abgibt, die leicht von dem umgebenden Gewebe absorbiert wird. Die Wirkung könnte auf diese Weise enorm gesteigert werden." Und gerade diese Sekundärstrahlenart ist nach diesem Autor „für therapeutische Wirkungen allein in Betracht kommend".

Praktisch ist dieses Autors Forderung durch die intravenösen Goldinfusionen jetzt ausführbar und sie versprechen um so mehr Erfolg, als wir durch die neuesten Verbesserungen der Röntgenröhren in der Lage sind, härteste Strahlen in Anwendung zu bringen, die nicht nur tiefgelegene Tumoren infolge ihrer Penetrationskraft in ausreichender Menge treffen, sondern auch für die erforderlichen Sekundärstrahlen, die geeignetste Primärstrahlung sind.

Eine kombinierte Anwendung von Röntgenstrahlen und Metallen in der Behandlung menschlicher Geschwülste ist nichts Neues, sie war in wechselnder Form in den letzten Jahren bereits von verschiedener Seite versucht worden. Der leitende Gedanke hierbei war meist der gewesen, die durch Röntgenstrahlen an Metallen erzeugten Sekundärstrahlen zur Verstärkung der Heilwirkung heranzuziehen. Es muß dabei bemerkt werden, daß die charakteristische Sekundärstrahlung eines Elementes hervorgerufen wird, einerlei, ob es sich um reines Metall, um eine Legierung desselben mit andern oder um eine chemische Verbindung handelt. Die ersten biologischen Versuche mit Sekundärstrahlen stellte Albers-Schönberg[1]) bereits im Jahre 1910 an, der die Wirkung der sekundären Glasstrahlen der Röntgenröhre auf Testikel und Ovarium von Meerschweinchen mit negativem Ergebnis untersuchte. Hernaman-Johnson führte 1911 8 g Silber in Pulverform mit einer Milch- und Brotmahlzeit in das Kolon ein, und bestrahlte mit Röntgen, um die Sekundärstrahlen des Silbers unmittelbar auf die erkrankten Teile des Darmes einwirken zu lassen. Zum selben Zwecke führte Steward eine silberne Röhre in die Speiseröhre ein zur Behandlung eines Ösophagoskarzinoms. Gauss und Lembke[2]) stellten Versuche an Kaulquappen an: in Kollargollösung bestrahlte Tiere wurden stärker geschädigt als in Wasser bestrahlte. Die Autoren glauben dieses Resultat auf die Sekundärstrahlenwirkung des Silbers zurückführen zu sollen. Schwarz[3]) hat dieselbe Versuchsanordnung mit Erbsenkeimlingen wiederholt und will das Resultat, daß die in Kollargol bestrahlten Pflänzchen stärker im Wachstum zurückblieben, gleichfalls durch Sekundärstrahlenwirkung des Silbers

[1]) Albers-Schönberg, Das Problem der Sekundärstrahlentherapie. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen. 1914, XXI, S. 60.

[2]) Gauß und Lembke, Röntgentiefenstrahlentherapie. 1912. 102.

[3]) J. Schwarz, Frage der Sekundärstrahlentherapie. W. Kl. W. 1913, 1899.

erklären. In beiden Fällen dürften auch andere Erklärungen möglich sein, jedenfalls ist der Einfluß von Sekundärstrahlen nicht auszuschließen. Pagenstecher[1]) ist durch eine Beobachtung, daß Röntgenstrahlen auf mit Kuprase (kolloidales Kupferpräparat) vorbehandeltes Tumorgewebe auffallend prompt wirkten, auf den Gedanken gekommen, ob es sich in diesem Falle nicht um die Wirkung von Sekundärstrahlen, die von dem eingespritzten kolloidalen Kupfer ausgehen, handeln könnte. Auf Grund theoretischer Erwägungen empfiehlt er Versuche mit Eisenoxydul. Müller berührt die Frage der chemischen Vorbehandlung des Tumorkranken mit Kolloidmetallen. Die Behandlung geht darauf aus, den Zellzerfall zu unterstützen; andererseits scheinen die Metalle die Fähigkeit zu besitzen, die in der Zelle enthaltenen Lipoidstoffe zu lockern und den gegen die Röntgenstrahlen widerstandsfähigen Zellkern zu schädigen. Die Kolloidmetalle sollen auch zur Ausnützung der Sekundärstrahlung dienen, sie werden in den Tumor injiziert. Denselben Zweck verfolgt die Einführung von Metallplatten, Zufuhr von Wismutbrei usw. Albers-Schönberg[2]) ging von dem Gedanken aus, daß die Tiefenwirkung gefilterter Röntgenstrahlen möglicherweise wesentlich auf den vom Aluminiumfilter ausgehenden Sekundärstrahlen beruhen könnte. Er stellte dahingehende Tierversuche an, die negativ verliefen, und hat auch an Patientinnen Versuche mit Aluminiumkapseln, die in Uterus und Vagina eingeführt wurden, gemacht. Durch Großmann wissen wir jetzt, daß von Elementen so niedrigen Atomgewichtes wie Aluminium, überhaupt keine in biologischer Hinsicht irgend nennenswerten Sekundärstrahlen erzeugt werden[3]).

Aus der vorstehenden Literatur ersehen wir, daß die Erzeugung von Sekundärstrahlen zu Heilzwecken durch rein empirisches Herumtasten entweder durch Einführung des Metalles in Körperhöhlen oder durch Injektion von kolloidalen Metallen in den Tumor angestrebt wird. Die dabei in Betracht kommenden physikalischen Bedingungen, die die Grundlage bilden sollten bei den so überaus komplizierten Verhältnissen des lebenden Organismus, blieben meist unberücksichtigt.

Um so wertvoller erscheint die Arbeit von Salzmann[4]), der von der damals in Betracht kommenden Röhrenhärte zwischen 9 und 11 Wehnelt ausging und diejenigen Elemente experimentell zu bestimmen versuchte, die von den Strahlen dieser Härte nach Filterung durch 3 mm Aluminium am ausgiebigsten zur Sekundärstrahlung erregt werden. Am günstigsten erwiesen sich die Elemente mit einem Atomgewicht zwischen 107 und 120, als bestgeeignetes das Kadmium. Das Metall wird in oder unter den Tumor gebracht. Verfasser berichtet auch über begonnene Versuche, auf chemotherapeutischem Wege in entzündliches (Tuberkulose) oder Tumorgewebe gelangte Metalle als Sekundärstrahler (Resonatoren) zu benutzen.

Barkla hatte die Sekundärstrahlen analysiert und drei Komponenten gefunden: zerstreute Strahlen mit den physikalischen Eigenschaften der primären; β-Strahlen, die aus losgetrennten Elektronen bestehen, und die charakteristischen oder Fluorenszenzröntgenstrahlen. Die ersten beiden Strahlenarten, die zerstreuten und die β-Strahlen, haben gegenüber den Fluorenszenzröntgenstrahlen eine verschwindend geringe Wirkung und sind praktisch vernachlässigbar. Zwischen dem Atomgewicht und der Härte der Fluoreszenzröntgenstrahlung besteht nach Barkla und Sadler die Gesetzmäßigkeit, daß wahrscheinlich alle Elemente zwei Gattungen charakteristischer Sekundärstrahlen wesentlich verschiedenen Penetrationsvermögens aussenden. Nachgewiesen ist, daß Elemente, deren Atomgewicht zwischen 27 (Aluminium) und 100 liegt, eine mit zunehmendem Atomgewicht wachsende Härte der charakteristischen weichen

---

[1]) Pagenstecher, Benutzung der Sekundärstrahlen zur Verstärkung der Röntgenstrahlenwirkung. M. M. W. 1913, 1319.

[2]) l. c.

[3]) Über Tumorbehandlung (Sarkome in erster Reihe) mit Arsen und Röntgenstrahlen, s. Seeligmann, Sarkombehandlung, D. m. W. 1913, 1018, und Haenisch i. 1338.

[4]) Salzmann, Untersuchungen über den Ersatz radioaktiver Substanzen usw. B. M. W. 1913, H. 52, Sekundärstrahlen usw. D. M. W. 1915, H. 8.

Sekundärstrahlung aufweisen. Mittelschwere Stoffe (Ag 108 bis Ba 138) senden eine penetrante und eine weiche, ganz schwere Stoffe (W 184 bis Bi 208) senden eine sehr weiche homogene Fluoreszenzröntgenstrahlung aus. **Großmann** kommt auf Grund seiner Berechnungen zu höchst wichtigen Resultaten. Bei der Wahl des Sekundärstrahlensenders ist vor allem die Härte der Primärstrahlen festzulegen und zwar möglichst so, daß wir bei größter Hautschonung die größte Tiefendosis erhalten, und sodann ist derjenige Sekundärstrahlensender herauszugreifen, der unter dem Einflusse der betreffenden Strahlenart mit dem besten Wirkungsgrad arbeitet. In Betracht kommen, da wegen Mangels an experimentellen Daten die Wahl des Strahlensenders auf Grund des optimalen Wirkungsgrades exakt noch nicht möglich ist, als Stoffe für massive Sekundärstrahlensender nur die schweren Elemente, vorzüglich Jod und Baryum, ferner unter der Annahme ausnehmend harter Strahlen, Wolfram, Gold, Blei und Wismut; in zweiter Linie Antimon, Zinn, Kadmium und Silber. Um die K-Strahlung von Wolfram, Gold, Blei und Wismut nutzbar machen zu können, muß eine Primärstrahlung verfügbar sein, deren Halbwertschicht 10 bis 16 cm übersteigt.

Sehr überraschend für die Kombination von Chemotherapie und Röntgenstrahlen sind die Ergebnisse **Großmanns**, die die Berechnungen der Daten für Sekundärstrahlensender in Form fein verteilter Massen ergeben. Danach soll die Fluoreszenzröntgenstrahlung von Kolloiden keinerlei therapeutische Wirkung haben. Auch Suspensionen leichter und mittelschwerer Elemente kommen nicht in Betracht. Nur mittels Suspensionen von Elementen großen Atomgewichts läßt sich eine nennenswerte Steigerung der Röntgenstrahlenwirkung erreichen, wenn man von ihrer der L-Serie angehörigen weichen Sekundärstrahlung Gebrauch macht. Diese Suspensionen müssen aus Teilchen bestehen, deren Durchmesser größer als 2 μ beträgt.

Sollten diese Ausführungen zu Recht bestehen, so wäre durch auf chemotherapeutischem Wege in den Tumor gebrachte Metalle überhaupt keine „nennenswerte" Sekundärstrahlung zu erreichen, da das Metall in molekularer, jedenfalls aber in feinst disperser Form im Gewebe abgelagert wird. **Großmann** betont allerdings, daß seine auf theoretischem Wege erhaltenen Ausführungen durch Experimente noch nicht erhärtet sind, und so muß ich die Entscheidung der Frage weiteren Untersuchungen überlassen, hoffend, daß meine Anregung uns vielleicht wieder einen Schritt näher in der Bekämpfung inoperabler maligner Tumoren bringen werde.

Über die Knochenentzündung der Muschelarbeiter.

Von

Geh. San.-Rat Dr. **P. Köhler.**

(Hierzu Tafel XVII, Fig. 1—4.)

Im Jahre 1870 veröffentlichte **Englisch** in der Wiener Medizinischen Wochenschrift einen Aufsatz über die Knochenentzündung bei Perlmutterdrechslern. Dann erschien eine ausführliche Arbeit über diese Erkrankung von **Gussenbauer** (Archiv für klinische Chirurgie, 1875, Band 18). Bei den Fällen, welche er zusammengestellt hatte, handelte es sich durchweg um jugendliche Individuen vor vollendetem Wachstum. Sie erkrankten nach Monaten oder 1—2 Jahren, nachdem sie angefangen hatten als Perlmutterdrechsler zu arbeiten. Die einmal erkrankten Arbeiter behielten Neigung, immer wieder zu erkranken.

Das Krankheitsbild war folgendes: Es tritt meist plötzlich an den befallenen Körperstellen ein heftiger Schmerz auf, begleitet von geringem Fieber, Durst und Appetitlosigkeit, sowie Hitzegefühl; dann zeigt sich die Geschwulst und zwar an dem Ende der Diaphyse, an der Grenze gegen die Epiphyse scharf abgesetzt.

Die Schwellung des Knochens geht vom Periost aus, gleichzeitig sind auch die Weichteile in der Umgebung mit angeschwollen; sie ist erst weich, elastisch, dann derber, bisweilen

knochenhart; manchmal beobachtete er Fortschritte der Schwellung gegen Mitte des Gliedes bzw. auch auf die Epiphysen zu.

Gussenbauer beschreibt ausführlich sechs Fälle, in denen der Kiefer, der Vorderarm, der fünfte Mittelhandknochen betroffen war.

Die Behandlung bestand in Einreibung von grauer Salbe und nachfolgenden Umschlägen.

Die Prognose war in allen Fällen günstig, nur blieb die Neigung zu erneuter Erkrankung zurück, wenn die betreffenden Arbeiter die frühere Beschäftigung wieder aufnahmen.

1903 berichteten Broca und Tridon (Revue de Chirurgie 1903, Ostéomyélite des nacriers, Conchiolin-ostitis) über Untersuchungen an abgemeißelten Knochenstückchen bei Perlmuttererkrankung. Sie fanden Zeichen einer rarifizierenden Ostitis.

Im folgenden möchte ich nun über einige Fälle der interessanten Krankheit berichten, welche ich zu beobachten Gelegenheit hatte. Die betreffenden Patienten kamen aus Adorf i. V., dem Nachbarort von Bad Elster.

In Adorf im Vogtland ist der Hauptsitz der deutschen Perlmutter- und Muschelwarenindustrie. Es gibt dort zehn Betriebe, darunter fünf Zwergbetriebe. 200 Arbeiter werden in Fabriken, 200 als Heim- und Saisonarbeiter beschäftigt. — Die Industrie begann in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts. Es wurde zunächst die Muschelschale verwendet, welche die Perlenfischerei in der Elster zutage förderte, dann Schalen von anderen Süßwassermuscheln Deutschlands, später vorwiegend Seewassermuscheln aus dem indischen Archipel, aus Japan, Kalifornien, Neuseeland. Auf eine Anfrage bei dem bedeutendsten Fabrikanten für Perlmutterwaren erhielt ich seinerzeit die Antwort, daß er seit 1864 immer nur in Perlmutterwarenfabriken tätig war, aber noch nie einen Fall von Perlmutterkrankheit beobachtet habe. Auch die am Orte jetzt praktizierenden Ärzte konnten sich nicht erinnern, derartige Erkrankungen behandelt zu haben. In der sehr lesenswerten Schrift von Dipl.-Ing. Alfred Haensel „Die Perlmutterindustrie zu Adorf i. V., 1914" schreibt dieser:

„Die Perlmutterindustrie gilt als ein ungesundes Gewerbe. Koelsch und Baß haben in ihren Arbeiten über die Bärnauer und Wiener Knopfindustrie den Gesundheitszustand der dortigen Knopfdrechsler in düsteren Farben gemalt. Koelsch berechnet, daß im Bärnauer Bezirk in Bayern in zehn Jahren (1897 bis 1907) unter 667 überhaupt Verstorbenen 75 an Lungentuberkulose verstarben, also 11,2% gegen 10,4%—10,9% im ganzen Königreich Bayern."

Dagegen schreibt Haensel über die Gesundheitsverhältnisse der Perlmutterarbeiter in Adorf:

„Für sämtliche Arbeiter aller Muschelwarenfabriken zusammen würde sich ein Durchschnitt ergeben, der dem der Allgemeinen Ortskrankenkasse entspricht. Im großen ganzen zeigt die Aufstellung, daß chronische Gewerbekrankheiten infolge von Staubeinatmung und von schlechter Körperhaltung nicht zahlreich sind, und daß Tuberkulose nur selten vorkommt."

Über die Perlmuttererkrankung äußert er:

„Dr. Koelsch hat bei seinen Untersuchungen der bayrischen Knopfdrechsler in Bärnau (1909) trotz eingehenden Befragens keinen Fall feststellen können. Dr. Baß hat bei 150 in Wien (1909) untersuchten Perlmutterdrechslern nur einen, kaum einwandfreien Fall von Ostitis gefunden. In Adorf scheint die Krankheit bisher sehr selten aufgetreten zu sein. Im Jahre 1897, als die Entstaubungsanlagen noch wenig durchgeführt waren, und die Heimarbeit stärker betrieben wurde als jetzt, teilt ein dort ansässiger Arzt der Gewerbeinspektion auf Befragen mit, daß er in seiner langjährigen Tätigkeit diese Krankheit nur in einem einzigen Falle bei einer Heimarbeiterfamilie beobachtet habe. Sie äußere sich in dieser Familie, die seit einer Reihe von Jahren damit behaftet sei, dadurch, daß die Beinhaut des Armlängsknochens sowie auch der Unterkiefer anschwelle; sie trete jedoch gutartig auf, indem die Anschwellungen bald verschwänden. Der Arzt führte den Krankheitsfall hauptsächlich auf ungenügende Wohnungsverhältnisse zurück."

Weist schon dieser eine Fall darauf hin, daß Perlmuttererkrankungen in der Adorfer Industrie nicht ausgeschlossen sind, so lehrten mich meine Beobachtungen, daß derartige Er-

krankungen doch noch häufiger auftreten, als es den Anschein erweckt. Trotzdem mich meine Praxis mit den Arbeitern der Perlmutterindustrie kaum in Berührung bringt, konnte ich doch seit 1914 drei Fälle von Perlmuttererkrankung beobachten, die mir von Ärzten oder Krankenkassen zur Diagnose zugeschickt wurden.

I. Alfred P., geb. 1890. Eltern leben, sind gesund. Abgesehen von Kinderkrankheiten war Patient stets gesund. Seit 1912 ist er in der Perlmutterfabrik tätig; 1913 wurde er mir zugeschickt wegen einer Schwellung der rechten Hand, die vor ungefähr sechs Wochen aufgetreten sei. Er klagte über mäßige Schmerzen, Behinderung bei Bewegung der Hand und Finger infolge einer Schwellung des Handrückens. A. P. ist ein schlanker, schlecht genährter, blutarmer Bursche; Herz und Lunge ohne Besonderheiten. — Urin klar ohne Eiweiß und Zucker. — Verdauung in Ordnung. — Kein Zeichen von Skrofulose. — Keine Drüsenschwellung. — Haut unrein mit Aknepusteln und Ekzem infolge mangelhafter Hautpflege.

Rechte Hand: Haut des Handrückens fühlt sich heißer an, ist nicht gerötet. Es besteht eine prall elastische Weichteilschwellung, besonders in der Gegend des zweiten und dritten Mittelhandknochens. Diese lassen sich infolge der Schwellung und Schmerzhaftigkeit nicht gut durchfühlen.

Die Röntgenphotographie zeigte nur eine starke periostale Auflagerung entlang der ganzen Diaphyse, von den Epiphysen scharf abgegrenzt. Die Knochenstruktur ist verwaschen, ohne Zeichnung, der Knochen auffallend derb. Eine ähnliche, nur einen Teil der Diaphyse einnehmende, spindelförmige Auftreibung fand sich am dritten Mittelhandknochen. Die Konturen des Knochens sind im übrigen ganz scharf.

Die Behandlung bestand in Einreibung von Jodsalbe und Röntgenbestrahlung. Ich hatte nicht den Eindruck, daß durch die Behandlung die Heilung in irgend welcher Weise beschleunigt wurde. Die Schmerzhaftigkeit und Schwellung ging allmählich zurück, zuerst die Weichteilschwellung, später dann auch die Knochenverdickung, die sich aber noch ein Vierteljahr im halben Umfang nachweisen ließ. — Im Juni fing Patient wieder an zu arbeiten. 1914 erschien er wieder mit der gleichen Erkrankung auf dem linken Handrücken. Der Verlauf war derselbe wie 1913 rechts; im Laufe von vier Monaten erfolgte allmähliche Rückbildung. Im November 1917 wurde der Patient wieder untersucht: Starke Unterernährung infolge der jetzigen Zeitverhältnisse, innere Organe ohne Besonderheiten. Der Patient hat weiter in der Perlmutterfabrik gearbeitet, aber nicht mehr poliert, sondern Schnallen ausgeschnitten. Abgesehen von Hautausschlag (Krätze, Ekzem) im Jahre 1916 war er immer gesund. Anschwellungen an Händen oder anderen Körperteilen sind nicht aufgetreten.

Die Röntgenaufnahmen der Hände zeigen nur eine starke Verdichtung des seinerzeit erkrankten Mittelhandknochens. Die Knochenstruktur fehlt, die Konturen sind aber schlank. Die Knochenhaut ist nicht mehr entzündet.

II. Gottfried Th., ist 45 Jahre alt, Muschelarbeiter. — Mit 18 Jahren linksseitige Knochenhautentzündung am linken Oberschenkel, die nach längerer Eiterung mit Beugekontraktur und Klumpfußstellung des Fußes ausheilte. Seit einigen Jahren hatte er wiederholt an reißenden Schmerzen im Körper gelitten, bald hier, bald dort, im übrigen sei er gesund gewesen; seit einigen Wochen nun habe er heftige Schmerzen im rechten Oberschenkel und linken Oberarm.

Der Befund ist folgender: Mittelgroß. — Gut genährt. — Innere Organe ohne Besonderheiten. — Auf dem Rücken Hautausschlag mit Aknepusteln, Kratzeffekten, offenbar von mangelnder Hautpflege herrührend. Linkes Bein: Oberhalb der Kniescheibe 15 cm lange tiefe Quernarbe, außerdem am Oberschenkel und Knöchel mehrere kleine Narben; linke Knöchelgegend verdickt, zum Teil durch Knochenauftreibung, zum Teil Weichteilschwellung; starke Plattfußstellung. Knie ist steif in stumpfwinkliger Beugung. Rechtes Bein: Oberhalb des Kniegelenkes, von diesem sich scharf absetzend, gewahrt man eine auf der Vorderseite des Oberschenkels flache Vorwölbung; die Haut fühlt sich dort wärmer an, ist aber nicht verfärbt; es besteht Tiefenschwellung der Weichteile und Auftreibung des Oberschenkelbeins, die sich nach oben hin infolge der Muskulatur nicht scharf abgrenzen läßt. Der linke Oberarm ist ebenfalls druckempfindlich im oberen Drittel; auch hier besteht eine längliche, ovale Verdickung des Knochens mit Schwellung der darüber liegenden Weichteile. Es wurde die Diagnose auf Perlmuttererkrankung gestellt. Patient erhielt Einreibung. Er war längere Zeit arbeitsunfähig. Ich sah ihn nach einem halben Jahr wieder. Er hatte keinerlei Beschwerden, die Auftreibungen waren verschwunden.

III. Fall Hermann Sch., 38 Jahre alt, Muschelarbeiter in Adorf, früher nie ernstlich krank, bekam März 1914 Schmerzen in der Gegend des linken Unterkiefers, konnte den Mund nicht öffnen. Bei der Untersuchung am 3. April 1914 war der Befund folgender: Blaß, mäßig kräftig, mäßig gut genährt, innere Organe ohne Besonderheiten. Linker Unterkiefer ist in der Nähe des Winkels stark geschwollen und druckempfindlich, die Haut fühlt sich wärmer an als rechts, es besteht mäßige Weichteilschwellung. Im wesentlichen handelt es sich um eine ovale Verdickung des Knochens, offenbar ausgehend von der Knochenhaut. Der Mund kann nur bis zu Daumendicke geöffnet werden, mit dem Mundspatel um das Doppelte, wenn auch unter Schmerzen. Das Gebiß ist defekt, es besteht aber keine Klopfempfindlich-

keit der Zähne, auch nicht an den linken unteren Backenzähnen, deren Krone zum Teil fehlt. Keine Eiterung. Das Zahnfleisch ist nicht entzündet. Auch hier mußte die Diagnose auf Perlmuttererkrankung gestellt werden. Es trat keine Eiterung ein, die Schwellung ging allmählich zurück, dementsprechend auch die Kieferklemme.

Die Fälle lehren, daß die Perlmutterkrankheit bei Muschelarbeitern auch in Adorf noch auftritt, vielleicht doch nicht so selten, wie es nach den neuerdings gemachten Angaben erscheinen möchte. Möglicherweise ist doch öfters die Diagnose nicht gestellt worden.

Die vier Krankheitsfälle, welche ich durch Zufall bei diesen drei Patienten beobachten konnte, decken sich in ihrem Bild genau mit dem, welches Gussenbauer von dem Leiden entwirft, nur handelt es sich bei meinen Beobachtungen zweimal um ältere Arbeiter jenseits der Pubertät. Die Symptome, der Verlauf waren die gleichen wie bei Gussenbauer; es handelte sich um eine entzündliche Periostitis. Auch Gussenbauer hat in mehreren Fällen den Unterkiefer erkrankt gefunden, im übrigen die Diaphysen der Röhrenknochen. Stets war der Beginn plötzlich. Fieber war in meinen Fällen nicht beobachtet worden, allerdings habe ich die Patienten nicht von Anfang an gesehen und nur bei P. den Verlauf durch längere Zeit beobachten können.

Gussenbauer betont die Neigung, daß einmal erkrankte Arbeiter leicht wieder befallen werden; auch das konnte ich in einem der Fälle nachweisen. Auffällig war, daß in zwei Fällen die Haut ekzematös, im anderen Fall das Gebiß sehr defekt war.

Wie kommt nun diese rätselhafte Krankheit zustande? Was ist die eigentliche Ursache derselben?

Werfen wir zunächst einen Blick in den Fabrikationsbetrieb. Die Rohmaterialien sind Muschelschalen, von denen z. Zt. namentlich verwendet werden:

Seeperlmuschel, Makassar, Manzanilla (weiße Farbe)	oder	Meleagrina margaritifera L.	aus dem Indischen Archipel, Südsee, Karaibischen Meer.
Flußperlmuschel Unio-Muschel	oder	Margaritana margaritifera L.	aus der Weißen Elster, Flüßchen in Österreich-Ungarn
Kuhmuschel Cow-shell	oder	Unio Schlegeli	aus Flußmündungen in Japan
Gemeiner Ölkrug Turbo, Burejos	oder	Turbo olearius L.	aus dem Indischen Archipel, Japan, Südsee
Großes weißes Seeohr Goldfisch	oder	Haliotis gigantea Ch.	aus Japanischen Gewässern

Die Muschelschalen bestehen aus drei Schichten:

I. Der Epidermis (Pergamentschicht), unverkalkt, hornartig.

II. Der Porzellan- oder Prismenschicht mit senkrecht zur Oberfläche gestellten Kalkprismen, die in einem Gerüstwerk von organischer Substanz (Conchiolin) eingebettet sind.

III. Der Perlmutterschicht, aus feinsten Blättchen bestehend, die an ihren Rändern durch Interferenzwirkung des Lichts den eigentlichen schillernden Glanz bedingen.

Bei der Verarbeitung werden die Muschelschalen zunächst mit Laugen oder Säuren oder Schwefelleber gekocht. Dadurch werden die schmutzigen äußeren Schuppenschichten zerstört und die anderen Schichten aufgelockert; dann erfolgt nach Abspülung mit Wasser das Schleifen auf Sandsteinen; darauf werden an Kreissägen die Muschelschalen feucht oder trocken ausgeschnitten. Die einzelnen Teile werden dann an trockenen Poliersteinen nachgearbeitet; durch Polieren mit Trippel (Siliciumoxyd mit rauchender Schwefelsäure) auf der inneren Fläche der Perlmutterschalen mittels sogenannter Schwabbelscheiben wird der Hochglanz erzeugt.



In den Adorfer Fabriken ist durch Entstaubungsanlagen in mustergültiger Weise dafür gesorgt, daß beim trockenen Polieren keine Schädigung der Arbeiter durch den trockenen Staub eintritt. In der Tat kommen auch Erkrankungen der Luftwege bei Muschelarbeitern in Adorf nicht häufiger vor, als dem Durchschnitt der Arbeiter der Adorfer Krankenkassen entspricht. Immerhin bedecken sich aber die Kleider mit Staub, und es ist möglich, daß bei mangelhafter Hautpflege die feinsten scharfkantigen Blättchen Staub aus nadelförmigen Spitzen sich mit dem Schmutz und den Eisenteilchen der Werkzeuge vermischen und Veranlassung zu dem Ekzem geben, das in mehreren Fällen beobachtet wurde. Auch kann natürlich das Vorarbeiten, das Mischen mit den Säuren und Laugen zu Schrunden und Geschwüren an der Haut führen.

In den von mir beobachteten Fällen habe ich nichts von dergleichen Geschwüren wahrgenommen.

Die chemische Zusammensetzung der Muschelschalen ist folgende:

I. Schicht	II. Schicht	III. Schicht	
10,22	10,15	5,63	Organische Substanzen
0,55	0,36	0,82	Wasser
89,23	89,49	93,55	Kohlensaurer Kalk.

Die organische Substanz ist Conchiolin mit 16,4% N.

Gussenbauer nimmt nun an, daß der Perlmutterstaub durch die Lungen eingeatmet in den Blutkreislauf kommt und dann nach den Knochen verschleppt wird. Er macht das Conchiolin verantwortlich, das entweder mechanisch irritierend wirke oder durch Embolie zur Infarktbildung führe. Dafür spricht, daß am meisten das Diaphysenende erkrankt, wo die Arterien zu Endarterien werden, auch der Umstand, daß die Arteria nutriens senkrecht gegen das Diaphysenende gerichtet ist, und also dorthin ein Embolus leichter hineingeschleudert wird.

Versuche an Hunden, die man lange Zeit hindurch Perlmutterstaub einatmen ließ, lehrten, daß wohl Kalkstaub und Conchiolin in dem Lungenparenchym nachgewiesen werden können; aber zu irgendeiner Knochenerkrankung oder auch einer anderen Lokalisation war es nicht gekommen.

Ich hatte nun zunächst an die Möglichkeit gedacht, ob etwa in dem Muschelstaub noch andere chemische Stoffe enthalten seien, von denen wir wissen, daß sie besondere Beziehungen zu dem Knochengewebe haben. Ich dachte an Strontium oder Silizium. Herr Geh.-Rat Ellenberger von der Tierärztlichen Hochschule in Dresden war so liebenswürdig zu veranlassen, daß der Muschelstaub daraufhin chemisch analysiert wurde. Die gefundenen Werte waren folgende:

		daraus berechnet:	
Kalk	54,0%	Kalziumkarbonat	96,43%
Strontiumoxyd	0,029%	Strontiumkarbonat	0,04%
Eisen u. Tonerde	Spuren	Siliziumoxyd	0,10%
Magnesia	„	Conchiolin	1,22%
Phosphorsäure	„		
Kieselsäure	0,10%		
Conchiolin	1,22%		

Flußmuschelstaub:		daraus berechnet:	
Kalk	49,12%	Kalziumkarbonat	87,71%
Eisen u. Tonerde	0,96%	Strontiumkarbonat	Spuren
Strontiumoxyd	Spuren	Siliziumoxyd	1,01%
Magnesia	„	Eisen u. Tonerde	0,96%
Phosphorsäure	„	Conchiolin	8,75%
Kieselsäure	1,01%		
Conchiolin	8,75%		

Die Analysen haben also ergeben, daß Strontium und Silizium, die nur in verschwindenden Mengen enthalten sind, keinesfalls für die Erkrankung verantwortlich gemacht werden können.

Möglich wäre es aber auch, daß Zersetzungsprodukte der organischen Substanzen, die ja leicht bei den toten Muscheln entstehen, schädlich wirken könnten. Dann würde aber der Verlauf ein ganz anderer sein, entsprechend den Symptomen, wie sie nach Vergiftungen mit faulendem Fleisch eintreten. Außerdem werden auch diese Produkte, die in den Muscheln enthalten sind, bei der Behandlung mit Säuren und Laugen unschädlich gemacht.

Wahrscheinlicher ist, daß Mikroorganismen zu der Entstehung der Knochenkrankheit Veranlassung geben. Sie befinden sich zahlreich auf den schmutzigen Muschelschalen selbst und finden in dem Schleifschlamm günstigen Nährboden zur Weiterentwicklung.

Auf Veranlassung von Herrn Geh.-Rat Ellenberger unterzog sich die Assistentin der Tierärztlichen Hochschule Schwester Anna Hoppe der mühevollen Arbeit einer bakteriologischen Prüfung des Muschelstaubes und Muschelschlammes. Schwester Anna Hoppe teilt darüber folgendes mit:

Muschelsubstanz.

Es wurden zunächst Serien von Ausstrichpräparaten des Ausgangsmaterials angelegt und diese auf eine große Anzahl von Farbreaktionen geprüft; zugleich aber sollte festgesetzt werden, welche Formen von Mikroorganismen das mikroskopische Bild zeigt, als Kontrolle für die späteren Züchtungsresultate, um etwa nicht ausgewachsene Keime feststellen zu können.

Die mikroskopischen Ausstriche wurden mit:

1. Methylenblau	alk.
2. „	essigsaures
3. Ziehl-Neelsen	(Tuberkelfärbung)
4. Gram	(Alkoholfeste Bakterien)
5. Einer Anzahl Blutfarben	
6. Jod, u. a. m. behandelt.	

Die Farbpräparate waren reich an verschiedenen Formen:

1. Fadenbakterien
2. Schimmelpilzsporen
3. Staphylokokken
4. Streptokokken (Staketform)
5. Säurefeste Bazillen (sehr große, dicke)
6. Sporenbildner (die Sporen in versch. Lage und Größe ausgew.)
7. Sarcinen
8. Algen?

Vom Untersuchungsmaterial wurden nun Verdünnungsplatten angelegt, 1 ccm Material (der Staub war ziemlich konzentriert in phys. steriler Kochsalzlösung aufgeschwemmt) wurde in 10 cm^3 Kochsalzlösung eingetragen, gut gemischt und von hier wieder 1 cm^3 in weitere 10 cm^3 Kochsalzlösung und so weiter, bis zu einer Verdünnung von 1 : 1.000.000 (also sechs verschiedene Konzentrationen).

Durch die Wahl einer Anzahl verschiedener Nährmedien sollte den Ansprüchen der verschiedenen Mikroorganismen Rechnung getragen werden, um möglichst keine der Arten zu verlieren.

Es kamen zur Verwendung:

1. Pathogener Nähragar	1 %
2. Glyzerinagar	3 %
3. Traubenzuckeragar	2 %
4. Milchzuckeragar	2 %

5. Molkenagar 1%
6. Albumose-Glycerinagar nach Hesse, für Tuberkelbazillenzüchtung (Nährstoff Heyden)
7. Nährbouillon
8. Sterile Milch
9. Eiweißröhrchen
10. Peptonwasser
11. Monokaliumphosphatlösung
12. Glyzerinwasserkartoffeln
13. Nährgelatine
14. Mannitagar

Probe I.

Perlmutterschlamm.

Die Probeflasche enthält eine grauweiße, schmutzigdickliche Masse.

Reaktion: stark alkalisch.
Geruch: nach Abfallgrube.
H_2S: stark positiv.

Die Bakterienflora auf den verschiedenen Plattenserien war eine sehr reiche. Schon makroskopisch ließen sich viele Kolonien bestimmen, auch durch den Geruch kündeten sich einige bestimmte Bakterien an; z. B. Fluoreszenten, Proteolyten und Aktinomyceten.

Identifiziert wurden:

1. Penicillium (glaucum)
2. Wedelschimmel (Aspergillus glaucus und niger)
3. Mucorineen (Mucedo stolonifer, carymbifer)
4. Lange Milchsäurebazillen
5. Bac. megaterium
6. Wurzelbazillen
7. Micrococcus aquatilis
8. Micrococcus candicans
9. Bact. Fulvum
10. Bact. mesenthericus
11. Heubazillen
12. Streptococcus pyogenes albus
13. Fluoreszierende Bakterien.

Außer diesen hier angeführten Mikroorganismen waren noch verschiedene Bodenbakterien und solche der Buttersäurebazillengruppe angehörende, anwesend. Auch Milchsäurediplokokken und -bazillen, die nicht weiter bestimmt wurden.

Besonders hervorzuheben sind nun aber die Aktinomyceten, welche vorherrschend auf der Mannitagarserie und den Glyzerinkartoffeln reichlich ausgewachsen waren, und zwar herrschten unter diesen drei Varianten vor.

Nr. 1. Nach 14 Tagen etwa 0,4 cm große tiefblaue Kolonien, ringförmiges Wachstum und eine zartstrahlige graublaue Peripherie. Der Platte entströmte sehr starker Modergeruch. Gasperini erwähnt des öfteren einen Actinomyces violacius, wobei er aber nur den Nährboden als gebläut beschreibt, während bei meiner Kultur die Kolonie selbst blau ist. Das Mycel dieser Art ist sehr stark verfilzt, die Fäden sind an den Enden relativ nicht so stark kolbig angeschwollen. Dieser Pilz züchtet sich sehr schwer, zum Antreiben bedarf er der Bruttempe-

ratur, wächst dann bei 20° Celsius weiter, stets eng verflochten mit Kolbenschimmel; auf Nähragar konnte er nie gefunden werden, wohl aber auf Albumosennährboden (Heyden) + Glyzerin und sehr gut auf Mannitagar.

Nr. 2. In großer Anzahl wuchsen ebenfalls mit Schimmelpilzen im Verein weiße bis gelbliche Aktinomyceskolonien aus. Diese waren nach 14 Tagen 0,3—5 cm groß, matt, eingesunken und hornartig hart. An das Licht gestellt röteten sich die Kolonien je nach dem Nährsubstrat kirsch- oder rosarot; besonders deutlich sah man dies stets von der Unterseite der Petrischale, so daß man annehmen muß, dieser Organismus braucht viel Feuchtigkeit zu seinem Wachstum. Mikroskopisch waren hier die Fäden deutlich segmentiert, oft kokkenähnliche Gebilde, die Enden waren sehr kolbig und stark lichtbrechend. Diese roten Kolonien wuchsen auch auf pathogenem Agar aus, der typische Geruch war jedoch hier viel geringer als auf Mannitagarplatten.

Nr. 3. Noch fanden sich ebenfalls verhornte, eingesunkene, flache Aktinomyceskolonien vor, welche sich nicht röteten und deren Fäden keine Segmente zeigten; sie waren sehr fein, schmal und lang und unendlich dicht gelagert, die Enden mehr degeneriert, krüpplig, als wie kolbig verdickt.

Nr. 4. Dieser Organismus gehört zu den Spaltalgen, er entstammt einer Aufschwemmung von der zweiten Verdünnungsplatte. Als einzelne Kolonie fand ich ihn nicht. Die Fäden waren öfters ganz schematisch aufgewickelt erschienen, und bei der Sporenfärbung ergab es sich, daß in verbreiterten Fäden eirunde Sporen saßen, so wie man das bei Crenothrixarten kennt.

Nr. 5. Direkt nur im Schlammpräparat fand ich Cladothrix mit prachtvollen Einlagerungen, die Aufschwemmung dieses Schwammpräparates in destilliertem Wasser war nach 16 Tagen tief schwarz gefärbt und roch stark nach Schwefelwasserstoff.

Nr. 6. Ebenfalls aus dieser Schlammkultur gingen noch zarte weiße Rasen hervor, die erst nach vier Wochen auf einer überwucherten Platte sichtbar wurden; es zeigten sich hier mikroskopisch freiliegende, oft quergestreifte Bänder, manchmal zart pigmentiert, Beggiatoa.

Probe II.

Perlmutterstaub.

(Weiß in Pulverform.)

Das Ausgangsmaterial wurde in destilliertem Wasser suspendiert.

Reaktion: Neutral
Geruch: Kalkartig nüchtern.
H_2S: Negativ.

Es wurden wieder die vorerwähnten Verdünnungsplatten auf den bekannten Nährböden angelegt. Die Aussaat war ärmer und zwar quantitativ und qualitativ. Von den bekannten Bakterien waren hier Milchsäurediplokokken stark vertreten und ein Diplococcus, der in Kapseln gelagert ist und sehr starke Säure auf Glyzerinagar bildet. Ferner fanden sich:

3. Bacillus subtilis
4. Mucor mucedo
5. Azotobacterzellen
6. Bacillus corrugatus
7. Aspergillus glaucus
8. Rosae Luftkeime (Kokken bis Sarzine).

Nr. 9. Sehr reichlich fand ich hier die roten Aktinomyceskolonien ausgewachsen und zwar von Anfang an gleich rosa gefärbt, später dunkelten sie in kirschrot nach. Erst sind



diese Kolonien kleine, harte, erhabene, runde Punkte, glattrandig; später erscheinen sie von einem aus lauter zarten Zweigelchen gebildeten Strahlenkranze umgeben. Im Quetschpräparat zeigen einige Fäden des stark verfilzten Mycelgewirres an ihren freien Enden stark aufgequollene Kolben. Sporen wurden nie beobachtet.

Nr. 10. Auf Platten, welche drei Tage im Brutschrank (37° C) gestanden hatten und danach 12 Tage bei Zimmertemperatur (20° C), waren viele kleine zarte weiße Rasen ausgewachsen, ganz runde, hohe, gepolsterte Punkte, auf deren Oberfläche weiße Luftsporen gebildet worden waren.

Nr. 11. Von den Spaltalgenformen sah man im Ausgangspräparat nur einzelne Teile und zwar solche, an denen man unechte Verzweigungen erkennen konnte; in breiteren Fäden waren Einlagerungen erkenntlich, die Fäden waren nur wenige $\mu\mu$ lang.

Probe III.

Süßwassermuschelstaub.

Ist schmutzig-weiß in Pulverform; es befinden sich ganze Stücke von Muschelschalen dabei. Das Material wurde in destilliertem Wasser suspendiert.

Reaktion: Neutral.
Geruch: Nach Seetang.
H_2S: Anfangs negativ, später jedoch wurde Schwefelwasserstoff gebildet.

Als bemerkenswerter Fund dürften wieder die reichlich ausgewachsenen Strahlenpilzkolonien gelten, welche sich durch das typisch sehr starke Aroma in den Platten sehr bald verrieten.

Nr. 1. Es waren wieder die tiefblauen Ansiedlungen ausgewachsen, Platte 3, also bei einer Verdünnung von 1:1.000 war der Eindruck der ganzen Nährbodenoberfläche kornblumenblau.

Nr. 2. Viele weiße Kolonien, die sich später rosa und kirschrot färbten; hier blieb der Nährboden dauernd weiß.

Nr. 3. Ein bewegliches, besonders langes Fadenbakterium, dessen Einlagerungen auf Zusatz von Jod rosa-lila reagierten.

Nr. 4. Wäre noch ein sehr reichliches Wachstum von Aspergillus glaucus und niger hervorzuheben.“

Auffällig war danach das häufige Vorkommen der verschiedensten Arten von Strahlenpilzen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß eine dieser Arten für das Entstehen der Knochenerkrankung der Perlmutterarbeiter verantwortlich gemacht werden kann. Allerdings haben bisherige Versuche mit Kaninchen nicht zu einer Erkrankung geführt.

Herr Geh.-Rat Ellenberger, dem ich für das Interesse und die Förderung der Arbeit herzlich danke, hat versprochen, weitere Kultur- und Züchtungsversuche anstellen zu lassen.

Hoffentlich bringen diese weiteren Versuche völlige Klarheit über das Wesen der Perlmuttererkrankung und bestätigen die Vermutung, daß die Krankheit nicht durch Vermittlung der Atmungswege entsteht, sondern durch die Haut und schadhafte Zähne, und daß nicht Conchiolin oder anorganische Substanzen, sondern Mikroorganismen die Ursache sind.

Eine neue Meßmethode zur Untersuchung der Zusammensetzung von Röntgenstrahlungen.

Von

Dr. R. Glocker.

I. Die bisherigen Methoden zur Messung der Intensität und Härte.

§ 1. Die Bestimmungsstücke der Röntgenstrahlenmessung.

Auf Grund der neueren Forschung hat die Anschauung, daß die Röntgenstrahlen ebenso wie die Lichtstrahlen elektromagnetische Schwingungen sind, allgemeine Anerkennung gefunden. Infolgedessen sind zur eindeutigen Bestimmung von homogenen Röntgenstrahlungen zwei Messungen erforderlich, die Messung der Intensität und die Messung der Größe der Wellenlänge. Als homogen dürfen alle Röntgenstrahlungen betrachtet werden, welche sich nur über einen relativ engen Spektralbereich ausdehnen, so daß dessen Lage durch die Angabe einer einzigen Wellenlänge mit einer für den betreffenden Zweck hinreichenden Genauigkeit bestimmt ist.

Da die direkte Messung der Wellenlänge erst seit einigen Jahren durch die Entdeckung der Beugungswirkung[1]) von Kristallraumgittern ermöglicht worden ist, hat man statt der Wellenlänge die verschiedene Absorbierbarkeit der Röntgenstrahlen als Unterscheidungskriterium benützt. Wie sich experimentell ergeben hat, gehorcht die Absorption[2]) homogener Röntgenstrahlen in jedem Stoff dem Exponentialgesetz

$$J = J_0 \, e^{-\mu d} \qquad (1)$$

J_0 und J Intensität der Strahlung vor und hinter der Schicht, d Dicke der durchstrahlten Schicht.

Der durch Gl. 1 definierte Absorptionskoeffizient μ, welcher von der chemischen Beschaffenheit des absorbierenden Stoffes abhängt, ist ein Maß für das Durchdringungsvermögen (Härte) der betreffenden Strahlung. Das Durchdringungsvermögen einer Strahlung ist bekanntlich im allgemeinen umso größer, je kürzer ihre Wellenlänge ist. Wird als Normalabsorptionskörper für solche Messungen ein chemischer Stoff benützt, welcher keine selektiven Absorptionserscheinungen zeigt, so läßt sich jedem Wert des Absorptionskoeffizienten eine bestimmte Wellenlängengröße in eindeutiger Weise zuordnen. Dies ist z. B. beim Aluminium im ganzen Gebiet der technischen Röntgenstrahlungen der Fall. Die Beziehung[3]) zwischen der Wellenlänge λ ausgedrückt in $\AA$ ($1\,\AA = 10^{-8}$ cm) und Absorptionskoeffizient $\bar{\mu}$ lautet für Aluminium

$$\bar{\mu} = 37\,\lambda^{2{,}94} \qquad (2)$$

Mit Rücksicht auf die Einfachheit der Ausführung wird bei der Härtemessung homogener Strahlungen die Bestimmung des Absorptionskoeffizienten der Ermittlung der Wellenlänge vorgezogen; erforderlichenfalls kann dann aus dem experimentellen Resultat für $\bar{\mu}$ der Wert für λ leicht aus Gl. 2 berechnet werden.

Zur eindeutigen Charakterisierung einer homogenen Röntgenstrahlung sind also zwei Bestimmungsstücke erforderlich, erstens die Intensität, zweitens die Härte. Ob der Absorptionskoeffizient oder die Wellenlänge als Härtemaß dient, ist hierbei ohne Belang.

---

[1]) Laue, Friedrich und Knipping: Bayr. Akad. d. Wiss. 1912.

[2]) Abgesehen von dem infolge Zerstreuung auftretenden Energieverlust (vgl. diese Zeitschrift XXV, 423 ff.) und abgesehen von dem Dispersionsquotienten.

[3]) Glocker, Phys. Zeitschr. XIX, 70, 1918.

Die homogenen Röntgenstrahlungen sind nun außerordentlich seltene Spezialfälle; die überwiegende Anzahl aller vorkommenden Röntgenstrahlungen sind heterogene Strahlungen, welche aus sehr vielen Wellenlängen von verschiedener Größe und Intensität bestehen. Die Aufgabe, den Charakter eines solchen Strahlengemisches eindeutig zu bestimmen, erfordert zunächst eine Zerlegung der Strahlung in ihre einzelnen homogenen Komponenten. Wie weit eine solche Zerlegung durchzuführen ist, hängt von dem Grad der erstrebten Genauigkeit ab. Jede dieser homogenen Komponenten ist sodann einer Intensitäts- und Härtemessung zu unterwerfen. Die Untersuchung der Zusammensetzung einer heterogenen Röntgenstrahlung erfordert somit eine durch den Genauigkeitsgrad bedingte Zahl von Einzelmessungen der Intensität und der Härte. Eine ganz exakte Lösung würde wegen der Kontinuierlichkeit des Röntgenspektrums eigentlich unendlich viele solcher Einzelmessungen erfordern.

Diese Überlegungen führen zu dem zwingenden Schluß, daß eine Härtemessung, deren Resultat durch eine einzige Zahl dargestellt wird, niemals über die spektrale Zusammensetzung einer heterogenen Röntgenstrahlung Aufschluß geben kann. Der Absorptionskoeffizient $\bar{\mu}$ ist in diesem Fall ein Mittelwert, der von der Intensitätsverteilung im Spektrum abhängt und zwar ergibt sich $\bar{\mu}$ aus der Gl. 3.

$$e^{-\bar{\mu} d} = \frac{\sum_{1}^{n} J_r \, e^{-\bar{\mu}_r d}}{\sum_{1}^{n} J_r} \tag{3}$$

J_r Intensität, $\bar{\mu}_r$ Absorptionskoeffizient der einzelnen homogenen Komponenten.

Dieser Wert von $\bar{\mu}$ hängt, im Gegensatz zu dem Fall der homogenen Strahlungen, von der Dicke d der durchstrahlten Schicht ab. Läßt man eine heterogene Strahlung zwei gleich dicke Schichten desselben Stoffes nacheinander passieren, so ist der Absorptionsverlust in der zweiten Schicht geringer als in der ersten Schicht. Diese Veränderung im Durchdringungsvermögen der Strahlung wird bekanntlich dadurch bedingt, daß in der ersten Schicht die weichen Strahlungsgruppen relativ stärker absorbiert werden wie die harten, so daß in der Strahlung vor ihrem Eintritt in die zweite Schicht die harten Strahlen mit relativ größerer Intensität vertreten sind als in der ursprünglichen Strahlung. Es ist daher notwendig, bei Angabe eines solchen „mittleren Absorptionskoeffizienten" jedesmal die Dicke der zur Absorption benützten Schicht beizufügen. Ferner ist auf Grund der Gl. 3 leicht ersichtlich, daß aus einer Gleichheit des mittleren Absorptionskoeffizienten zweier heterogener Strahlungen noch lange nicht auf eine Gleichheit der spektralen Zusammensetzung geschlossen werden darf.

Es erhebt sich nun die Frage, welche der bisher bekannten Meßmethoden über die Zusammensetzung einer heterogenen Strahlung Aufschluß zu geben vermögen. Wie die früheren Überlegungen zeigen, wird es sich dabei stets um Methoden handeln müssen, welche aus einer Kombination von Intensitäts- und Härtemessungen bestehen. Es ist daher zweckmäßig, zunächst einen kurzen Überblick über die wichtigsten Methoden der Intensitätsmessung zu geben.

§ 2. Die Methoden der Intensitätsmessung.

Bei den Intensitätsmeßmethoden lassen sich drei Gruppen unterscheiden, je nachdem die thermischen, elektrischen oder chemischen Wirkungen der Röntgenstrahlen die Grundlage bilden.

Bei den Methoden der ersten Gruppe wird ein dünnes Metallblech von möglichst kleiner Wärmekapazität den Röntgenstrahlen ausgesetzt und die infolge der Transformation der absorbierten Strahlungsenergie in Wärmeenergie auftretende Temperaturerhöhung mit Bolometer oder Thermoelement gemessen. Gelangt die gesamte auftreffende Strahlungsenergie zur Ab-

sorption, so ist die in der Zeiteinheit erfolgende Temperaturerhöhung ein Maß für die Strahlungsintensität, wenn Wärmeverluste durch Strahlung und Leitung ausgeschlossen sind. Dabei muß jedoch die Bedingung erfüllt sein, daß die absorbierte Strahlungsenergie restlos in Wärme verwandelt wird. Diese Voraussetzung ist, wie die neuere Forschung gezeigt hat, nur teilweise erfüllt, da bei allen Metallen ein Teil der absorbierten Strahlungsenergie zur Aussendung von Sekundärstrahlen (charakteristische Fluoreszenzstrahlen, sekundäre Kathodenstrahlen) verbraucht wird. Ein erheblicher Teil dieser Sekundärstrahlung tritt durch die Oberfläche des Metalles aus, so daß der auf sie entfallende Anteil der ursprünglichen Strahlungsenergie sich der Messung entzieht. Dies ist in besonders hohem Grade der Fall, wenn in der primären Strahlung solche Spektralbezirke intensiv vertreten sind, welche zum Anregungsbereich der Eigenstrahlung des betreffenden Metalles gehören. Dazu kommt, daß die in der modernen Röntgentechnik hergestellten Strahlungen ein so großes Durchdringungsvermögen besitzen, daß die Erfüllung der Bedingung einer vollständigen Absorption der auftreffenden Strahlungsenergie eine wesentliche Erschwerung des Verfahrens bedeutet, so daß diese Methode für technische Zwecke nicht in Betracht kommt. Mit Rücksicht auf den Sekundärstrahlungsfehler und die geringe Empfindlichkeit ist sie auch für wissenschaftliche Untersuchungen nicht mehr angewandt worden. In theoretischer Hinsicht sind alle diese auf der Messung der Wärmewirkung beruhenden Methoden die idealsten Methoden der Intensitätsmessung, weil sie den großen Vorzug besitzen, daß das Resultat der Messung von der Härte und spektralen Zusammensetzung der Strahlung völlig unabhängig ist.

Die am häufigsten benützte Methode der Intensitätsmessung von Röntgenstrahlen beruht auf deren Fähigkeit, Gase zu ionisieren, wobei die elektrometrisch oder galvanometrisch gemessene Sättigungsstromstärke die Zahl der in der Zeiteinheit erzeugten Ionen angibt. Alle Ionisationsmessungen von Strahlungsintensitäten verschiedener Härte beruhen auf der Voraussetzung, daß die in der Raumeinheit des durchstrahlten Gases erzeugte Ionenzahl stets der darin absorbierten Strahlungsintensität proportional ist. Werden zwei homogene Strahlungen mit den Intensitäten J_1 und J_2 und den Absorptionskoeffizienten $\bar{\mu}_1$ und $\bar{\mu}_2$ in derselben Ionisationskammer gemessen, so ist unter der Voraussetzung, daß eine durch Bestrahlung der Kammerwände entstehende Sekundärstrahlung vermieden wird, das Verhältnis der Sättigungsströme i_1 und i_2

(4) $$\frac{i_1}{i_2} = \frac{J_1\left(1-e^{-\bar{\mu}_1 l}\right)}{J_2\left(1-e^{-\bar{\mu}_2 l}\right)},$$

wenn l die Länge der Kammer in der Strahlrichtung bedeutet. Bei den üblichen Kammerdimensionen und Luftfüllung ist $\bar{\mu}_1 l$ und $\bar{\mu}_2 l$ sehr klein, so daß die Exponentialfunktion durch das erste Glied der Potenzreihe mit genügender Annäherung dargestellt wird. Es ergibt sich dann für Gl. 4 die einfachere Form

(5) $$\frac{i_1}{i_2} = \frac{\bar{\mu}_1 J_1}{\bar{\mu}_2 J_2}.$$

Bei jeder Ionisationsmethode ist also das Resultat der Intensitätsmessung von der Härte der betreffenden Strahlung abhängig. Infolgedessen ist es unmöglich, mit Hilfe dieser Methode die Intensitäten heterogener Strahlungen miteinander zu vergleichen. Auf diese Tatsache kann nicht oft genug hingewiesen werden, da in der Röntgentechnik häufig das Verhältnis der Sättigungsströme zweier Strahlungen von ganz verschiedener spektraler Zusammensetzung direkt als das Verhältnis der betreffenden Strahlungsintensitäten angesehen wird.

Dieser prinzipielle Nachteil jeder Ionisationsmethode, daß die Sättigungsstromstärke nicht nur von der Intensität, sondern auch von der Härte der Strahlung abhängt, kann durch folgende Anordnung[1]) eliminiert werden: Auf die Ionisationskammer wird ein Absorptionskörper auf-

[1]) Christen: Phys. Zeitschr. XVI, 362, 1915, XVIII, 165, 1917.

gesetzt, dessen Dimensionen so berechnet sind, daß die Strahlen verschiedener Härte solche Absorptionsverluste erleiden, daß ihre relativen Ionisationswirkungen (bezogen auf gleiche auffallende Intensität) in dem Gas gleich groß werden. Über die praktische Ausführbarkeit des Verfahrens ist bisher nichts Näheres bekannt geworden. Bei sehr harten Strahlen ist zu befürchten, daß die im Absorptionskörper entstehende Streustrahlung zum großen Teil in die Ionisationskammer eindringt und eine zu große Strahlungsintensität vortäuscht.

Für technische Strahlungsmessungen wird neuerdings eine Methode benutzt, bei der die Widerstandsänderung einer von Röntgenstrahlen getroffenen Selenzelle als Maß der Strahlungsintensität dient. Die Richtigkeit der Voraussetzung, daß der Seleneffekt von der Härte der auffallenden Röntgenstrahlung unabhängig ist, ist bisher experimentell nicht bewiesen worden. Aus theoretischen Gründen ist mit sehr großer Wahrscheinlichkeit zu vermuten, daß Strahlen verschiedener Wellenlänge bei gleicher Intensität in verschiedenem Grade die Leitfähigkeit des Selens beeinflussen. Abgesehen davon, daß diese sonst sehr bequeme Meßmethode bis jetzt der exakten Grundlage entbehrt, machen sich einige Eigenschaften der Selenzelle (Trägheit, Ermüdung, zeitliche Inkonstanz[1]) mitunter unangenehm bemerkbar.

Die Verwendung der photographischen Platte, welche zum Nachweis von Röntgenstrahlen sehr gut geeignet ist, erscheint für Zwecke der quantitativen Bestimmung beim heutigen Stande der Wissenschaft wenig aussichtsreich. Die Kenntnisse über die Abhängigkeit der Schwärzung von der Wellenlänge der Röntgenstrahlen sind bisher nur qualitativer Natur. Im allgemeinen ist bei gleicher Intensität der Strahlung die erzeugte Schwärzung umso stärker, je weicher die Strahlung ist. In dem Spektralbereich, in dem eine Anregung der Brom- bzw. Silbereigenstrahlung stattfindet, setzt aber plötzlich ein sprunghafter Anstieg der Sensibilität ein. Diese Tatsache ist von großer praktischer Bedeutung, da gerade der für die Silbereigenstrahlung in Betracht kommende Spektralbereich in den Strahlungen der gebräuchlichen Röntgenröhren sehr intensiv vertreten ist. Da die Strahlen verschiedener Wellenlänge bei gleicher Intensität in verschiedenem Grade auf die photographische Emulsion einwirken, so kann die photographische Platte für eine Intensitätsvergleichung heterogener Strahlungen niemals herangezogen werden. Eine Verwendung zur Vergleichung der Intensität homogener Strahlungen verschiedener Härte erfordert zuerst eine genaue Erforschung der Schwärzungsgesetze, damit eine der Gl. 5 analoge Beziehung zwischen Schwärzung und Strahlungsintensität abgeleitet werden kann.

Bei einer zusammenfassenden Beurteilung der Intensitätsmeßmethoden ist es zweckmäßig, das Problem der Intensitätsmessung in vier Aufgaben zu gliedern, von denen jede folgende immer größere Anforderungen an die Eigenschaften der Methode stellt:

1. Relative Intensitätsmessungen an homogenen Strahlen gleicher Härte oder an heterogenen Strahlungen von gleicher spektraler Zusammensetzung.
2. Relative Intensitätsmessungen an homogenen Strahlen verschiedener Härte.
3. Relative Intensitätsmessungen an heterogenen Strahlungen von verschiedener Zusammensetzung.
4. Absolute Intensitätsmessungen an homogenen und heterogenen Strahlungen.

Schon für den zweiten Fall kommen nur noch diejenigen Methoden in Betracht, deren Resultat entweder von der Härte unabhängig ist (Wärmemeßmethoden) oder in bekannter Weise von der Härte abhängt (Ionisationsmethoden).

Die größte praktische Bedeutung besitzt der dritte Fall, der für technische Messungen fast ausschließlich in Betracht kommt, während der vierte Fall rein wissenschaftliches Interesse bietet. Den Bedingungen drei und vier genügen nur die auf der Messung der Wärmewirkung beruhenden Methoden. Wie schon oben hervorgehoben wurde, sind aber diese Methoden für

[1]) Fürstenau: Fortschr. a. d. Geb. d. Rstr. XXIV, 390, 1917, gibt an, daß sich die zeitliche Inkonstanz durch eine entsprechende Herstellungsweise der Zellen vermeiden lasse.

technische Strahlungsmessungen viel zu kompliziert, während andererseits ihre Verwendung zu exakt wissenschaftlichen Zwecken durch ihre geringe Empfindlichkeit und den Sekundärstrahlungsfehler sehr stark beeinträchtigt wird. So führt dieser Überblick zu dem wenig erfreulichen Resultat, daß das Intensitätsmeßproblem in seinem ganzen Umfang von keiner der bekannten Methoden gelöst werden kann.

§ 3. Die Methoden der Härtemessung.

Wie in § 1 besprochen wurde, wird das Resultat einer eindeutigen Härtemessung bei einer homogenen Strahlung durch eine einzige Zahl, bei einer heterogenen Strahlung durch eine Summe von Zahlen dargestellt. Wenn man sich mitunter auch im letzteren Fall solcher Methoden bedient, deren Resultat nur einen einzigen Zahlenwert liefert, wie z. B. die Wehnelt-Skala oder die Benoist-Skala, so muß man sich dabei stets bewußt bleiben, daß diese Zahl nur eine ungefähre Orientierung über die „mittlere Härte" des Strahlengemisches liefert und daß zwei Strahlungen trotz gleicher mittlerer Härte ganz verschiedene spektrale Zusammensetzung besitzen können[1]). Eine Härtemessung, durch welche die Zusammensetzung des Strahlengemisches eindeutig bestimmt ist, erfordert stets eine Zerlegung desselben in einzelne als homogen zu betrachtende Komponenten.

Die exakteste Lösung des Problems bietet zweifellos das Röntgenstrahlenspektrometer, das die Beugungswirkung der Kristallraumgitter zu einer räumlichen Trennung der Strahlen verschiedener Wellenlängen benützt. Für eine quantitative Messung der Intensität der einzelnen Wellenlängenbereiche wird eine um den Kristall als Achse herum drehbare Ionisationskammer angewandt. Um aus dem Ionisationsstrom die Strahlungsintensität zu berechnen, hat man eine Korrektion gemäß Gl. 5 anzubringen und zu berücksichtigen, daß die Strahlen verschiedener Wellenlängen im Kristall verschieden große Absorptionsverluste erleiden. Mit Rücksicht auf die Notwendigkeit einer sehr genauen Einstellung und die mehrere Stunden dauernden Expositionen wird die Anwendung des Röntgenstrahlenspektrometers wohl immer auf exakt wissenschaftliche Untersuchungen beschränkt bleiben. Die vom Spektrometer gelieferte Zerlegung der Strahlengemische in ihre Bestandteile ist auch eine für die Zwecke der Röntgentechnik zu weitgehende. Das Spektrometer liefert eine Feinstruktur des Spektrums, während die Praxis eine Meßmethode benötigt, die in großen Zügen über die spektrale Zusammensetzung der Strahlungen Aufschluß gibt.

Aus diesen Gründen sind auch nach Erfindung des Röntgenstrahlenspektrometers, das für die exakte wissenschaftliche Forschung unersetzliche Dienste leistet, die Bemühungen fortgesetzt worden, speziell für die Bedürfnisse der Röntgentechnik einfachere Methoden auszubilden, die einen gewissen Aufschluß über die Zusammensetzung von heterogenen Röntgenstrahlungen liefern.

Hier sind vor allem die Versuche zu nennen, eine schon lange bekannte Methode, die sog. „Absorptionsanalyse" zu verbessern. An einem aus verschiedenen Schichten bestehenden Absorptionskörper wird eine Reihe von Intensitätsmessungen ausgeführt und so die Intensität J als Funktion der Schichtdicke X bestimmt. Bei einer graphischen Darstellung der Funktion $J = f(X)$ ist es zweckmäßig, als Koordinaten lg J. und lg X. zu benützen, weil dann die Abweichung der Kurve von einer geraden Linie (Darstellung der homogenen Strahlung) angibt, ob die untersuchte Strahlung mehr oder weniger heterogen ist. Insbesondere läßt sich direkt an der Kurve ablesen, wie dick die absorbierende Schicht sein muß, damit die noch vorhandene „Reststrahlung" homogen wird. Vergleicht man bei verschiedenen Strahlungen die Absorptionsverluste in der ersten Schicht miteinander und dann die in der zweiten Schicht usf., so erhält man eine gewisse Orientierung über den Charakter der Strahlungen. Eine direkte Strahlenanalyse im eigentlichen Sinne, d. h. eine Zerlegung in einzelne Komponenten,

[1]) Experimenteller Beweis im § 11.

liefert diese Methode nicht. Die beobachtete Intensitätsabnahme in der ersten Schicht ist z. B. nicht direkt gleich der Intensität der weichen Strahlungsgruppe. Abgesehen von extrem dicken Schichten ist die beobachtete Absorption stets eine Summation der Absorptionen der einzelnen Komponenten des Gemisches, wobei es unermittelt bleibt, in welcher Weise die Verteilung auf die einzelnen Summanden erfolgt. Dazu kommt noch, daß bei diesen Absorptionsbestimmungen immer die Intensitäten von Strahlengemischen mit verschiedener Zusammensetzung miteinander zu vergleichen sind, eine Aufgabe, die beim heutigen Stand der Meßtechnik nur dann befriedigend gelöst werden kann, wenn die Absorbierbarkeit der Strahlung bekannt ist. Bei Verwendung einer Ionisationsmethode ist zur Berechnung des Korrektionsfaktors in Gl. 5 gerade die Kenntnis derjenigen Größen erforderlich, deren Ermittlung das Ziel der Messung bildet. Hieraus folgt die prinzipielle Unmöglichkeit, mit den üblichen Ionisationsmessungen richtige Werte der Absorptionskoeffizienten heterogener Strahlungen zu erhalten.

Eine Weiterentwicklung dieses Verfahrens hängt davon ab, ob es gelingt, eine relativ einfache, in ihrem Resultat von der Härte unabhängige Intensitätsmeßmethode auszubilden. Wenn es möglich wird, hinter den einzelnen absorbierenden Schichten die Intensitäten direkt zu messen, so lassen sich aus einer Anzahl n solcher Messungen auf mathematischem Wege[1]) n homogene Komponenten berechnen, deren Summation die spektrale Zusammensetzung der untersuchten Strahlung ergibt.

Diesem Umstand, daß bei wiederholten Absorptionsmessungen mit der Ionisationsmethode das Meßinstrument nicht direkt die Intensität angibt, wird durch ein graphisches Analysierungsverfahren[2]) Rechnung getragen. Die praktische Ausführung hat jedoch ergeben, daß eine beträchtliche Unsicherheit in der Bestimmung der härtesten Komponenten vorliegt und daß die weichste Komponente auffallend weit von der langwelligen Grenze des tatsächlich vorhandenen Spektrums[3]) entfernt ist. Ein Vergleich der Zusammensetzung verschiedener Strahlungen wird ferner dadurch erschwert, daß die Härte der Komponenten, in welche die Primärstrahlungen zerlegt werden, von Strahlung zu Strahlung verschieden ist.

Mit der fortschreitenden Entwicklung der Röntgentechnik und der Erzeugung von Strahlen von immer größerem Durchdringungsvermögen, hat sich bei der Ausführung solcher Absorptionsmessungen eine neue große Schwierigkeit eingestellt. In dem Absorptionskörper entsteht eine intensive Streustrahlung, welche in zweifacher Hinsicht das Resultat der Absorptionsmessung beeinflussen kann:

1. Die beim Durchgang durch die absorbierende Schicht gemessene Intensitätsabnahme der Primärstrahlung rührt nicht bloß von Absorption her. Ein gewisser Bruchteil der Primärstrahlen erleidet in der Schicht eine diffuse Zerstreuung; die absorbierte Intensität ist dementsprechend kleiner als die gemessene Intensitätsabnahme.

2. Ein von den Dimensionen der Versuchsanordnung abhängiger Teil der zerstreuten Strahlung gelangt in das Meßgerät und täuscht eine zu große Primärintensität vor.

Der einfachste Fall ist nun der, wo durch Einschaltung geeigneter Blenden ein Eindringen der zerstreuten Strahlung in das Meßgerät verhindert wird. Dann ist, abgesehen vom Dispersionsquotienten, die gemessene Abnahme der Primärintensität gleich dem Produkt aus der Abnahme infolge Absorption und infolge Zerstreuung:

$$J = J_0 \, e^{-\bar{\mu} d} \, e^{-s d} = J_0 \, e^{-\mu d} \tag{6}$$

J_0 Primärintensität vor der Schicht, d Dicke der Schicht,
J „ hinter „ „ , $\bar{\mu}$ Absorptionskoeffizient,
s Zerstreuungskoeffizient.

---

[1]) Thomson, Phil. Mag. 30. 780. 1915. Kröncke, Annal. d. Phys. 43. 687. 1914.
[2]) Weißenberg, Fortschr. a. d. Geb. d. Rst. 23. 229. 1915.
[3]) Glocker, Phys. Zeitschr. 18. 333. 1917.

Der Exponent μ, der sich als Resultat der Messung ergibt, ist also stets die Summe von Absorptionskoeffizient und Zerstreuungskoeffizient. Nach dem Vorschlag des Verfassers[1]) wird μ als „Schwächungskoeffizient" bezeichnet, um eine Verwechslung von Absorptionskoeffizienten, die in bezug auf den Streuverlust korrigiert sind, mit unkorrigierten, experimentell erhaltenen Koeffizienten zu vermeiden. Bei weichen Strahlen ist $\bar{\mu}$ sehr viel größer als s, so daß mit genügender Genauigkeit der experimentell erhaltene Koeffizient $\mu = \bar{\mu}$ (Absorptionskoeffizient) ist. Für sehr harte Strahlen und Stoffe mit niedrigen Atomgewichten kann aber s die Größenordnung von $\bar{\mu}$ erreichen und sogar überschreiten. In diesem Fall hat man jedesmal von dem experimentellen Koeffizienten μ den für das betreffende Spektralgebiet geltenden Zahlenwert von s in Abzug zu bringen, um den Absorptionskoeffizienten $\bar{\mu}$ zu erhalten. Für Aluminium liegt s im Spektralgebiet von $\lambda = 0{,}2$ bis 0,3 Å zwischen 0,3 und 0,5. Genaue direkte Messungen von s liegen zur Zeit noch nicht vor. Eine geringe Abnahme von s mit abnehmendem λ ist theoretisch wahrscheinlich. Diese ungenügenden Kenntnisse über die Werte von s machen zur Zeit eine genaue Bestimmung des Absorptionskoeffizienten sehr durchdringungsfähiger Strahlen sogar in dem einfachsten Fall homogener Strahlen unmöglich.

Ist es aus besonderen Gründen nicht möglich, mit einem genügend engen Primärstrahlenbündel zu arbeiten, so kann der in das Meßgerät gelangende Anteil der entstehenden Streustrahlung durch Berechnung eliminiert werden[2]). Geschieht dies nicht, so wird ein und dieselbe Strahlung je nach den Dimensionen der Meßanordnung (Querschnitt des Primärstrahlenbündels, Abstand der absorbierenden Schicht vom Meßgerät usf.) für den Absorptionskoeffizienten μ verschiedene Werte liefern.

Mit der Methode der sog. Absorptionsanalyse können bei verschiedenen Strahlungen nur dann vergleichbare Werte gewonnen werden, wenn der Einfluß der Streustrahlung völlig eliminiert wird. Dadurch wird aber die Methode sehr umständlich. Bedenkt man ferner, daß dieses Verfahren die für die Praxis wichtige Frage nicht beantworten kann, in welcher Intensität Strahlungsgruppen von bestimmter Härte in verschiedenen, miteinander zu vergleichenden Röntgenstrahlungen enthalten sind, so muß das Resultat der Methode als dem Aufwand an Zeit und Mühe nicht entsprechend bezeichnet werden.

II. Die photographische Untersuchung der Strahlungszusammensetzung auf Grund des Sekundärstrahlungsprinzips.

§ 4. Die theoretischen Grundlagen der Methode.

Jedes Verfahren, das eine direkte experimentelle Lösung des Problems der Strahlenanalyse bieten soll, muß folgenden drei Bedingungen genügen:

1. Die heterogene Strahlung muß in mehrere Komponenten zerlegt werden.
2. Die Intensitäten dieser Komponenten müssen räumlich voneinander getrennt zur Messung gelangen.
3. Die Härte dieser Komponenten muß gleichzeitig bestimmt werden.

Wieweit man in einer solchen Zerlegung gehen will, hängt von dem Grad der erstrebten Genauigkeit ab. Als Beispiel einer sehr weitgehenden Zerlegung sei nochmals das Röntgenstrahlenspektrometer genannt. Für technische Zwecke, insbesondere für das große Gebiet der medizinischen Röntgentechnik, wird eine Zerlegung in einige wenige Strahlungsgruppen genügen, von denen jede einen relativ großen Teil des Spektrums umfaßt.

[1]) Fortschr. a. d. Geb. d. Rstr. 25. 424. 1918. $\mu = \bar{\mu} + s$.

[2]) Ableitung der Formeln bei Glocker, Phys. Zeitschr. 19. 256. 1918.



Unter Verwendung des für Meßzwecke bisher noch nie herangezogenen Prinzips der Sekundärstrahlung ist es dem Verfasser[1]) gelungen, ein einfaches Verfahren der technischen Strahlenanalyse auszuarbeiten. Es ist bekannt, daß fast alle chemischen Stoffe, insbesondere die Metalle, bei Bestrahlung mit Röntgenstrahlen eine für den betr. Stoff charakteristische sekundäre Röntgenstrahlung aussenden (Fluoreszenzröntgenstrahlung, auch charakteristische Eigenstrahlung genannt). Für jedes Element gibt es einen relativ kleinen Wellenlängenbereich, in dem eine starke Erregung der Sekundärstrahlung stattfindet (siehe Fig. 1, k Emmissionskoeffizient der Sekundärstrahlung, λ Wellenlänge der erregenden Primärstrahlung). Die Größe der kritischen Wellenlänge λ_A (Absorptionsbandkante der K-Serie) ist für zahlreiche Elemente bekannt[2]). Strahlen mit größerer Wellenlänge als λ_A können keine Sekundärstrahlung des betr. Elementes auslösen, während Strahlen mit wesentlich kleineren Wellenlängen als λ_A nur in geringem Grade sekundärstrahlungerregend wirken. Unter sonst gleichen Verhältnisen (Form und chemische Beschaffenheit des strahlenden Körpers) ist die Intensität der Sekundärstrahlung direkt proportional der Intensität in dem betreffenden erregenden Spektralbereich der Primärstrahlung. Bestrahlt man nun gleichzeitig mehrere solche Stoffe, welche so ausgewählt sind, daß die Anregungsbereiche sich aneinander anschließen und das ganze Spektrum der technischen Röntgenstrahlungen umfassen, so liefert eine Messung der Sekundärstrahlungsintensitäten S_1, S_2, S_3 ein Maß für die in den entsprechenden Spektralbereichen der Primärstrahlung herrschenden Intensitäten J_1, J_2, J_3 gemäß der Gl.

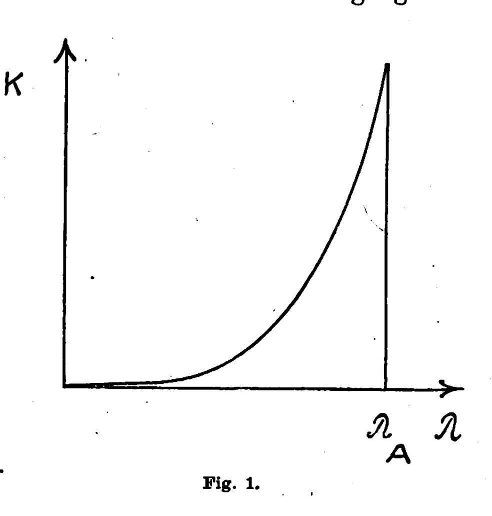


Fig. 1.

$$J_1 = \alpha_1 S_1 \qquad J_2 = \alpha_2 S_2 \qquad J_3 = \alpha_3 S_3. \tag{7}$$

Die neue Meßmethode ist also dadurch charakterisiert, daß unter Benützung einer Energietransformation einzelne Strahlungsgruppen verschiedenen Härtegrades aus der primären Strahlung ausgesondert werden. Die Bedeutung der Transformationsfaktoren α_1 usf. für das Resultat der Messung wird später noch näher besprochen werden. Die unter 3. oben aufgestellte Bedingung, daß die Härte der einzelnen Strahlungsgruppen, in welche die Primärstrahlung zerlegt wird, gleichzeitig bestimmt werden muß, erledigt sich dadurch, daß für jedes Element die spektrale Lage des Haupterregungsbereiches berechnet werden kann[3]). Für die Intensitätsmessung besitzen die Sekundärstrahlungen noch den großen Vorzug, daß sie homogen[4]) sind und daß ihre Härte für jedes Element bekannt ist. Dies bedeutet eine erhebliche Vereinfachung bei der Ausführung der Intensitätsmessung.

§ 5. Die Ausführung der Methode.

Für eine praktische Ausführung der Methode war in erster Linie der Grundsatz maßgebend, ein möglichst einfaches und leicht zu handhabendes Meßgerät zu schaffen. Zum Nachweis der Sekundärstrahlungen wurde die photographische Methode gewählt, welche die gleichzeitige Registrierung einer Anzahl verschiedener Sekundärstrahlungen ermöglicht, so daß jeder Einfluß einer etwaigen Inkonstanz der Röntgenröhre ausgeschaltet wird.

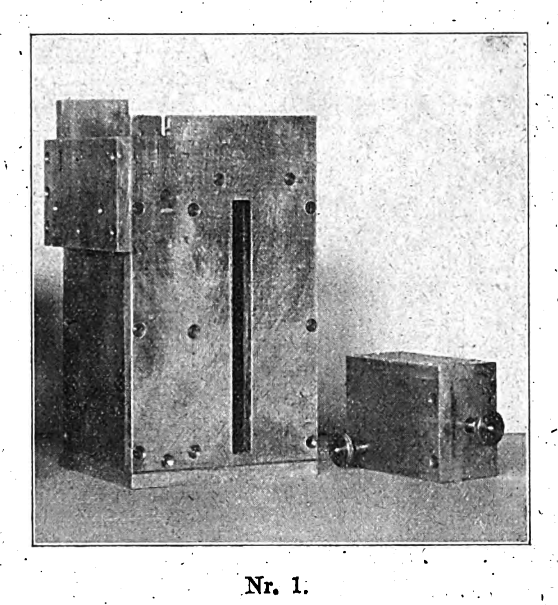
---

[1]) Fortschr. a. d. Geb. d. Rst. 24. 91 ff. 1916.

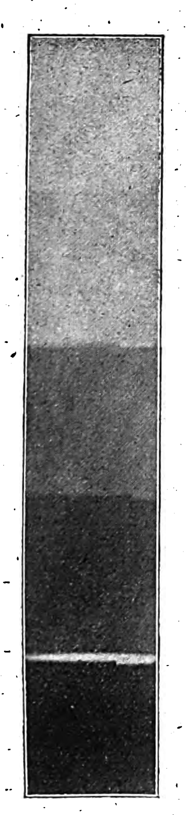
[2]) Wagner, Anal. d. Phys. 46. 868. 1915.

[3]) Wagner, l. c.

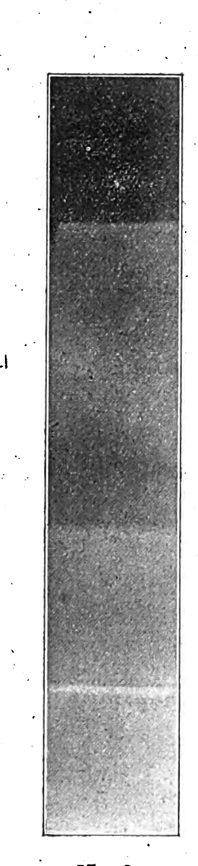
[4]) Homogen im technischen Sinn verstanden; der Unterschied zwischen größter und kleinster Wellenlänge beträgt 10%.



Nr. 1.



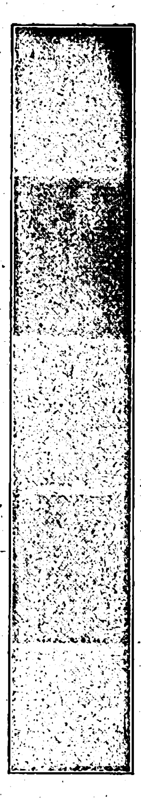
Nr. 2.



Nr. 3.



Nr. 4.



Nr. 5.

Die äußere Form des Meßgerätes ist aus der Abb. Nr. 1 der Tafelbeilage I zu ersehen. Mit Ausnahme eines 10 cm langen und 1 cm breiten Schlitzes an der Stirnwand ist das Gehäuse allseitig verschließbar und strahlenundurchlässig. Die abnehmbare Kappe ermöglicht die Einführung der photographischen Platte in das Innere des Kastens. Die durch den Schlitz eintretende Röntgenstrahlung trifft auf fünf unter einem Winkel von 45° gegen die Strahlrichtung aufgestellte und nebeneinander befestigte, Sekundärstrahlen aussendende Platten aus verschiedenen Stoffen. Damit sich die für jeden Stoff charakteristischen Sekundärstrahlen auf dem Weg zur photographischen Platte nicht überkreuzen, sind horizontale, strahlenundurchlässige Zwischenebenen angeordnet. Durch Anbringung entsprechender Blenden ist ferner dafür Sorge getragen, daß in keinem Fall direkte Primärstrahlung auf die photographische Platte treffen kann. Auf der photographischen Platte entstehen dann nach der Entwicklung fünf Felder mit verschiedener Schwärzung (siehe Abb. Nr. 2—5 der Tafelbeilage I). Die Größe der Sekundärstrahler und deren Abstand von der photographischen Platte ist so bemessen, daß die zur Erreichung günstiger Schwärzungen erforderlichen Expositionszeiten klein sind. Bei einer Fokusdistanz von 40 cm und einer Röhrenbelastung von drei M.-A. genügt bei einer ungefilterten Strahlung einer harten Röhre eine Exposition von etwa 1 Minute. Die Entwicklung kann in beliebiger Weise vorgenommen werden. Handelt es sich um vergleichende Strahlungsuntersuchungen, so müssen die Platten in genau gleicher Weise, am besten also gleichzeitig entwickelt werden.

Die Sekundärstrahler sind so angeordnet, daß das oberste Schwärzungsfeld auf der photographischen Platte der härtesten Strahlungsgruppe entspricht und daß immer das nächstfolgende Feld eine Strahlungsgruppe von geringerer Härte angibt. Ein Blick auf die Abbildungen Nr. 2 und 3 der Tafelbeilage I zeigt sofort, daß die beiden untersuchten Strahlungen ganz verschiedene Zusammensetzung besitzen. Die Strahlung Nr. 2 besteht hauptsächlich aus langwelligen (weichen) Strahlen, die Strahlung Nr. 3 fast nur aus kurzwelligen (harten) Strahlen. Eine Strahlung der letzteren Art kann, wie die Untersuchungen ergeben haben, nur durch starke Filterung erhalten werden. Es ist ein weit verbreiteter Irrtum, daß eine harte Röntgenröhre nur harte Strahlen aussende; jede harte Röntgenröhre sendet stets außer den harten Strahlen auch noch weiche Strahlen in recht beträchtlicher Intensität aus.

Die Hauptaufgabe der technischen Strahlenmessung besteht in einer Vergleichung der Zusammensetzung verschiedener Strahlungen. In diesem Fall läßt sich eine Kenntnis der Transformationsfaktoren in Gl. 7 umgehen: Anstatt die Schwärzung der einzelnen Felder auf ein und derselben Platte untereinander zu vergleichen, geht man so vor, daß auf den verschiedenen Platten der untersuchten Strahlungen jedesmal die von derselben Strahlungsgruppe herrührenden Felder miteinander verglichen werden. So zeigt z. B. die Abb. Nr. 4 und 5 der Tafelbeilage I, daß die sehr harte Strahlungsgruppe (oberstes Feld) in beiden Strahlungen annähernd gleich stark vertreten ist, während alle übrigen Strahlungsgruppen in der Strahlung Nr. 5 sehr viel schwächer sind als in der Strahlung Nr. 4. Diese Vergleichung entsprechender Felder von zwei in gleicher Weise entwickelten Platten liefert eine physikalisch einwandfreie Intensitätsvergleichung der in den untersuchten Strahlungen enthaltenen Strahlungsgruppen, da das betreffende Schwärzungsfeld von ein und derselben homogenen Strahlung herrührt, so daß die selektive Empfindlichkeit der photographischen Schicht, der sog. Silberfehler, hierbei gar nicht in Betracht kommt. In dem Fall der Abb. Nr. 1 und 2 der Tafelbeilage ist ein Vergleich der Felder auf ein und derselben Platte zur näherungsweisen Orientierung über den Charakter der Strahlung gestattet, da ja ersichtlicherweise im einen Fall die sehr harten und harten und im andern Fall die weichen und sehr weichen Sekundärstrahlungen überhaupt nicht angeregt worden sind.

Durch photographische Aufnahmen mit Hilfe des in Abb. Nr. 1 der Tafelbeilage I. dargestellten Apparates[1]) (Strahlenanalysator) lassen sich alle Einflüsse der Betriebsweise der Röntgen-

[1]) Fabrikant Reiniger, Gebbert & Schall A.-G.

röhre (Änderung von Stromstärke und Spannung, Art des Unterbrechungsvorganges, Transformationsverhältnis des Induktors, Änderung des Vakuums durch Regeneration usw.) auf die spektrale Zusammensetzung der erzeugten Strahlung rasch und einfach ermitteln. Ebenso läßt sich die Filterwirkung der verschiedenen Metalle leicht feststellen[1].

Es liegt in der Natur der zur Messung der Sekundärstrahlungsintensitäten benutzten photographischen Methode, daß eine Vergleichung der Schwärzungen analoger Felder nur eine qualitative Aussage über die entsprechenden Strahlungsintensitäten liefert. Bei der Beurteilung der biologischen Wirkung von Röntgenstrahlungen ist es erforderlich, zu wissen, in welcher Strahlung die härteste Strahlungsgruppe in größter Intensität vorkommt und wie groß der gleichzeitige Gehalt an weichen und sehr weichen Strahlen ist. In diesem praktisch wichtigen Fall läßt sich eine quantitative Aussage über die Intensitätsverhältnisse auf folgende Weise erhalten: Von jeder der zu untersuchenden Strahlungen werden verschiedene Platten mit verschiedenen Expositionszeiten bei gleicher Fokusdistanz aufgenommen und dann diejenigen Platten ausgewählt, deren oberstes Feld gleich stark geschwärzt ist. Die Intensitäten der härtesten Strahlungsgruppe der untersuchten Strahlungen verhalten sich dann wie die reziproken Werte der betr. Expositionszeiten, da im Schwarzschildschen Gesetz für Röntgenstrahlen der Exponent nahezu gleich 1 ist[2]. Eine Vergleichung der untersten Felder gibt sodann darüber Aufschluß, in welcher Strahlung die weichsten Strahlen bei gleicher Intensität der sehr harten Strahlen am schwächsten vertreten sind.

III. Eine auf dem Sekundärstrahlungsprinzip beruhende Ionisationsmethode.

§ 6. Die Meßanordnung.

Die praktische Erprobung der in § 4 beschriebenen photographischen Methode hat den Beweis erbracht, daß die Einführung des Prinzips der Sekundärstrahlungserregung in die Meßtechnik Aufschlüsse über die Strahlungszusammensetzung liefert, welche auf solch einfache Weise mit den bisherigen Methoden nicht erhalten werden konnten. Es erscheint daher aussichtsreich, die Methode in quantitativer Hinsicht noch weiter auszugestalten und eine zahlenmäßige Ermittlung der für bestimmte Strahlungsgruppen der Primärstrahlung charakteristischen Sekundärstrahlungsintensitäten anzustreben. Die photographische Methode muß nunmehr durch eine Ionisationsmethode ersetzt werden, weil die Abhängigkeit der Schwärzung der photographischen Platte von der auftreffenden Strahlungsintensität noch nicht genügend erforscht ist. Die Ionisationsmethode bietet den weiteren Vorteil, daß das Resultat der Intensitätsmessung unmittelbar in Form eines Zahlenwertes abgelesen werden kann, während bei einer quantitativen photographischen Strahlungsmessung zuerst eine in allen Fällen genau gleiche Entwicklung der Platte und dann eine Vergleichung der Schwärzung mit Normalschwärzungsskalen oder eine Photometrierung erforderlich wäre.

Die Messung des Ionisationsstromes kann elektrometrisch oder galvanometrisch erfolgen. Auf Grund der Vorversuche wurde der erstere Weg beschritten, da die Verwendung eines Galvanometers eine Beschränkung des Anwendungsbereiches der Methode bedeutet hätte, insofern als schwache Strahlungen keine genügend großen Galvanometerausschläge hervorriefen. Als Elektroskop erwies sich ein nach den Angaben von Winawer von den Veifawerken gebautes Aluminiumblattelektroskop für die folgenden Untersuchungen als sehr gut geeignet[3]. Das Elektroskopgehäuse ist an einem auf drei Rollen fahrbarem Stativ befestigt, so daß es

---

[1]) Betr. Anwendungen siehe Glocker und Reusch, diese Zeitschrift XXIV, 528, 1917; Reusch, Münch. Med. Wochenschr., S. 705 ff., 1917.

[2]) Krönke, Anal. d. Phys. 43, 687 ff., 1914.

[3]) Das betr. Elektroskop wurde mir in liebenswürdiger Weise von Herrn Direktor Dr. Dessauer, dem ich hiefür verbindlichst danke, zur Verfügung gestellt.



leicht an jede beliebige Stelle des Röntgenzimmers gebracht werden kann. An dem seitlichen Ansatztubus des Elektroskopes (Fig. 2) wurde eine aus Blei verfertigte Kammer vorgesetzt, in welche die zu untersuchende Röntgenstrahlung von oben in vertikaler Richtung einfällt. In der Mitte der Kammer befindet sich unter einem Winkel von 30° gegen die Richtung der einfallenden Strahlung geneigt eine 5×5 cm große Platte (P in Fig. 2) aus dem die Sekundärstrahlung aussendenden Stoff. Die Platte kann durch seitliche Schlitze leicht herausgenommen und durch eine Platte aus anderem Material ersetzt werden. Die Form der Kammer ist so berechnet, daß die direkte Strahlung keinerlei störende Sekundärstrahlung an den Bleiwänden der Kammer auslösen kann. Ebenso ist ein Eintreten eines zum Primärbündel gehörigen Strahles in den eigentlichen Ionisationsraum völlig ausgeschlossen.

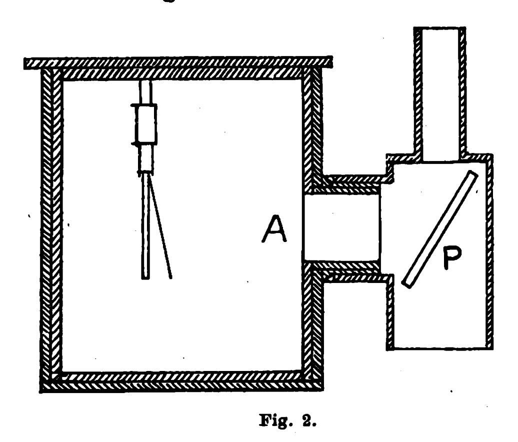


Fig. 2.

Vor Beginn der Untersuchung wird das Aluminiumblättchen von oben (unter Benutzung eines in der Fig. 2 nicht gezeichneten kleinen Hebels) mit einer geriebenen Hartgummistange elektrisch geladen. Das Blättchen divergiert; seine Stellung wird mit Hilfe eines Fernrohrs mit Okularskala abgelesen. Fallen Röntgenstrahlen auf die Sekundärstrahlerplatte P, so gelangt ein in allen Fällen stets gleich großer Bruchteil der entstehenden Sekundärstrahlung durch den Tubus in den Luftraum, in dem sich das Aluminiumblättchen befindet. Durch die ionisierende Wirkung der Sekundärstrahlen nimmt die elektrische Ladung des Blättchens ab; seine Divergens wird dementsprechend kleiner. Das Blättchen wandert um so rascher über die Skala im Fernrohr hin, je größer die Ionisationswirkung der Strahlung ist. Bei ein und derselben Sekundärstrahlung ist also die Wanderungsgeschwindigkeit, welche z. B. durch Abstoppen der Zeit, die das Blättchen zum Zurücklegen der Strecke zwischen zwei bestimmten Skalenteilen braucht, ermittelt werden kann, ein direktes Maß für die Strahlungsintensität. Voraussetzung der Messung ist, daß das durch die elektrische Ladung des Blättchens hervorgerufene elektrische Feld zur Erreichung des Sättigungsstroms der Ionisation genügt. Bei sämtlichen untersuchten Strahlungen war diese Bedingung erfüllt. Es war ferner zu prüfen, inwieweit eine Proportionalität zwischen der Zahl der vom Blättchen in einer Sekunde zurückgelegten Skalenteile und der Sättigungsstromstärke vorhanden ist. Bei gleichbleibender Primärstrahlung wurde in kurzen Pausen jedesmal gleich lang bestrahlt und die Grenzpunkte der Skala bestimmt, bei deren Überschreitung die in gleichen Zeiten zurückgelegten Strecken auf der Skala nicht mehr gleich groß waren. Innerhalb dieser Grenze ist offenbar erstens die durch eine Änderung der Stellung des Blättchens veranlaßte Änderung der elektrostatischen Kapazität praktisch zu vernachlässigen und zweitens die Zahl der jeweils zurückgelegten Skalenteile proportional der Potentialdifferenz.

Nach diesen Vorversuchen war es möglich, zur Messung der Sekundärstrahlungsintensitäten ein einfacheres Ableseverfahren zu benutzen, bei dem eine Bestrahlung der ablesenden Person durch Röntgenstrahlen vermieden wird. Die Primärstrahlung wird eine genau bestimmte Zeit t eingeschaltet und die Stellung des Blättchens vor und nach dem Einschalten auf der Skala abgelesen. Ist N die Differenz der Skalenteile, so besteht zwischen N und der Strahlungsintensität S die Gl.

$$S = \frac{1}{\beta}\,\frac{N}{t}. \tag{8}$$

Der Faktor β ist bei reiner Luftionisation direkt gleich dem Absorptionskoeffizienten der Sekundärstrahlung in Luft. Ionisationskammern, bei denen jede Bestrahlung der Elektroden und Wände vermieden ist, sind aber für die Messung stark divergenter Sekundärstrahlungen, wie im Fall der Figur 2, nicht gut geeignet, da zur Vermeidung einer Bestrahlung der Wände

des Ionisationsraumes sehr enge Blenden angebracht werden müßten, wodurch die Empfindlichkeit der Messung erheblich herabgesetzt würde.

Bei der in Fig. 2 gezeichneten Meßanordnung rührt die Ionisationswirkung zum Teil von einer Ionisation der Luft durch die eintretenden Röntgenstrahlen, zum Teil von einer Elektronenemission der Wände her, soweit diese von Röntgenstrahlen getroffen werden. Es ist bekannt, daß die Zahl der von einer Fläche ausgesandten Elektronen bei streifendem Eintritt der Röntgenstrahlen größer ist als bei senkrechtem Eintritt. Es ist daher zu erwarten, daß die streifend getroffenen Innenwände des Bleitubus eine besonders ergiebige Quelle für die Elektronenemission sein werden. Die Ausschaltung dieser Elektronen kann auf zwei Arten erfolgen, einmal durch Belegung der Innenwände des Tubus mit vierfachem Papier oder durch Einführung einer dünnen Metallfolie an der Stelle A, wodurch das elektrische Feld auf den eigentlichen Ionisationsraum beschränkt wird. Eine Ausschaltung der Elektronenstrahlung der Tubuswände wurde aus folgendem Grunde vorgenommen: Läßt man in die Kammer von oben Röntgenstrahlen einfallen, ohne daß sich bei P ein Sekundärstrahler befindet, so wird eine ganz geringe Wanderung des Elektroskopblättchens beobachtet, welche davon herrührt, daß ein kleiner Bruchteil der Röntgenstrahlen von dem Luftvolumen der Kammer nach allen Richtungen zerstreut wird. Diese zerstreute Strahlung ist außerordentlich divergent und ihre Ionisationswirkung beruht hauptsächlich auf einer Elektronenemission der streifend getroffenen Tubuswände. Durch Einführung einer dünnen Metallfolie (A in Fig. 2) läßt sich das Verhältnis der Ionisationswirkung der zerstreuten Strahlung der Luft zu der der Sekundärstrahlung der Platte P auf einen solch kleinen Betrag herabdrücken, daß die Streustrahlung der Luft bei der Messung der Sekundärstrahlungsintensitäten vollständig vernachlässigt werden kann. Ebenso ist der natürliche Rückgang des Elektroskopblättchens ohne Bestrahlung so sehr viel kleiner als beim Auftreten einer Sekundärstrahlung der Platte P, so daß er für das Resultat der Messung nicht in Betracht zu ziehen ist. Bei Messungen an sehr durchdringungsfähigen Röntgenstrahlen war es nötig, das Elektroskop mit einer dicken Bleiplatte zu bedecken und die zur Beobachtung des Blättchens angebrachten Bleiglasfenster beiderseits durch vorgesetzte Bleiröhren gegen das Eindringen von zerstreuter primärer Röntgenstrahlung zu schützen. Namentlich die letztere Maßregel erwies sich als sehr günstig, ein Beweis dafür, wie intensiv die in den Röntgenzimmern vorhandene zerstreute Strahlung ist. Auf diese Weise konnte der Rückgang des Elektroskopblättchens beim Bestrahlen mit zugedecktem Kamin der Kammer so klein gemacht werden, daß er bei den Meßresultaten nicht besonders berücksichtigt zu werden brauchte.

§ 7. Das Prinzip der Messung.

Die Intensität S_1 der Sekundärstrahlung eines Elementes ist ein Maß für die Intensität J_1 in einem bestimmten Spektralbereich der untersuchten primären Röntgenstrahlung (siehe § 4). Wählt man z. B. drei Elemente so aus, daß die für ihre Sekundärstrahlungserregung in Betracht kommenden Spektralbereiche aufeinander folgen und das ganze Spektrum der Primärstrahlung umfassen, so sind durch die Messung der Sekundärstrahlungsintensitäten S_1, S_2, S_3 die Intensitäten J_1, J_2, J_3 in drei Spektralbereichen der primären Röntgenstrahlung bestimmt, sobald die Transformationsfaktoren α_1, α_2, α_3 bekannt sind:

$$(9) \qquad S_1 = \alpha_1 J_1 \quad S_2 = \alpha_2 J_2 \quad S_3 = \alpha_3 J_3.$$

Das Resultat der elektroskopischen Messung ist nach Gl. 8 nicht direkt gleich S_1 bzw. S_2 bzw. S_3. Bezeichnet man den Quotienten $\frac{N}{t}$ in Gl. 8, d. h. die Zahl der in einer Sekunde vom Blättchen auf der Skala zurückgelegten Skalenteile mit w beim ersten Sekundärstrahler, mit m beim zweiten Sekundärstrahler und mit h beim dritten Sekundärstrahler, dann lautet Gl. 8

$$(10) \qquad w = \beta_1 S_1 \quad m = \beta_2 S_2 \quad h = \beta_3 S_3$$



wobei die Koeffizienten β_1, β_2, β_3 die spezifischen Ionisationswirkungen der Strahlungen angeben. Zwischen den gesuchten Intensitäten J_1, J_2, J_3 in den betr. Spektralbereichen der Primärstrahlung und den direkt meßbaren Größen w, m, h ergibt sich sodann folgende Beziehung:

$$
\begin{aligned}
w &= \alpha_1 \beta_1 J_1 \\
m &= \alpha_2 \beta_2 J_2 \\
h &= \alpha_3 \beta_3 J_3 .
\end{aligned} \tag{11}
$$

Mit Rücksicht auf die Einfachheit wurden bei der Ionisationsmethode nur drei Sekundärstrahler (mit W, M, H bezeichnet) statt fünf bei der photographischen Methode angewandt. Soweit sich auf Grund der bisher vorliegenden zahlreichen Messungen beurteilen läßt, genügt die Angabe von nur drei Sekundärstrahlungen, um eine für alle technischen und medizinischen Zwecke ausreichende eindeutige Bestimmung der Zusammensetzung einer heterogenen Röntgenstrahlung zu gewährleisten und schon relativ geringe Änderungen in der Strahlungszusammensetzung sicher nachweisen zu können. Als Sekundärstrahler wurden solche Elemente ausgewählt, daß die langwellige Grenze der Erregungsbereiche

für W bei $\lambda = 1{,}0$ Å für M bei $\lambda = 0{,}5$ Å,
für H bei $\lambda = 0{,}3$ Å liegt[1]). Die Ablesung des Elektroskops bei Verwendung des Strahlers W liefert dann nach Gl. 11 die Intensität im langwelligen Teil des Spektrums der Primärstrahlung, während bei Benützung der Strahler H und M die Intensitäten im kurzwelligen Teil bzw. im mittleren Teil des primären Spektrums ermittelt werden können. Das Prinzip der Methode besteht also darin, aus der Primärstrahlung drei große Strahlengruppen, von denen die eine die weichen, die zweite die mittelharten und die dritte die sehr harten Strahlen umfaßt, auszusondern und die Intensitäten dieser Strahlengruppen voneinander räumlich getrennt zur Messung zu bringen.

Für die Verwendung dieses Prinzips zur Röntgenstrahlenmessung ist die Frage, mit welcher Genauigkeit die Koeffizienten in Gl. 11 berechnet werden können, von fundamentaler Bedeutung. Eine Berechnung der Koeffizienten α_1, α_2, α_3 erfordert eine genaue Kenntnis der Sekundärstrahlungsemissionskoeffizienten[2]) der verschiedenen Elemente. Experimentelle Werte dieser Koeffizienten sind nur für einige wenige Elemente bekannt. Auf Grund des vom Verfasser[3]) aufgestellten Emissionsgesetzes lassen sich durch Extrapolation die Emissionskoeffizienten für alle hier in Betracht kommenden Elemente berechnen, aber mit einem nicht näher bekannten Genauigkeitsgrad, da eine experimentelle Prüfung des Emissionsgesetzes in den betr. Spektralgebieten noch aussteht. Um nun die neue Ionisationsmeßmethode von jeder Voraussetzung hypothetischen Charakters frei zu machen, wird im folgenden eine solche Modifikation der Methode angegeben werden, daß eine Kenntnis der Transformationsfaktoren in Gl. 11 entbehrlich wird. Dann erübrigt sich auch eine genaue Berechnung der Ionisationskoeffizienten β_1, β_2, β_3 und es wird die Verwendung einer Ionisationskammer ermöglicht, bei dem ein Teil der Ionisationswirkung von einer Elektronenemission der Wände herrührt, eine Anordnung, die aus den früher angeführten Gründen für die Messung von Sekundärstrahlungen gewisse Vorzüge besitzt.

Bei der Ermittlung der Zusammensetzung verschiedener Röntgenstrahlungen werden jedesmal die Angaben des Elektroskops für ein- und denselben Sekundärstrahler miteinander verglichen. Das Verhältnis der am Elektroskop abgelesenen Skalenteile (bezogen auf gleiche Zeiten der Bestrahlung) ist dann ohne weiteres gleich dem Verhältnis der Intensität ber betr. Strahlengruppe in den beiden Röntgenstrahlungen.

---

[1]) Die angegebenen Wellenlängen entsprechen einer Mindesthärte von etwa $^1/_4$ mm bzw. $1^1/_2$ mm bzw. 6 mm Aluminium-Halbwertschicht.

[2]) Betreffs Ableitung der Formeln siehe Glocker, Phys. Zeitschr. 19, 249 ff., 1918.

[3]) Phys. Zeitschr. 17, 488 ff., 1916.

Beweis:

Die Intensität der weichen Strahlungsgruppe in der ersten Röntgenstrahlung sei J_1, die Angabe des Elektroskops w (Zahl der in einer Sekunde zurückgelegten Skalenteile), die Intensität der mittelharten bzw. der harten Strahlungsgruppe sei J_2 bzw. J_3, die betreffenden Angaben des Elektroskops m und h. Für die zweite Röntgenstrahlung sind die analogen Werte jeweils mit einem Strich bezeichnet. Dann ist nach Gl. 11

$$\begin{aligned} w &= \alpha_1\,\beta_1\,J_1 \qquad & w' &= \alpha_1\,\beta_1\,J_1' \\ m &= \alpha_2\,\beta_2\,J_2 & m' &= \alpha_2\,\beta_2\,J_2' \\ h &= \alpha_3\,\beta_3\,J_3 & h' &= \alpha_3\,\beta_3\,J_3' \end{aligned} \tag{12}$$

hieraus folgt:

$$\frac{w}{w'} = \frac{J_1}{J_1'} \qquad \frac{m}{m'} = \frac{J_2}{J_2'} \qquad \frac{h}{h'} = \frac{J_3}{J_3'} \tag{13}$$

Aus den Ablesungen am Elektroskop[1]) läßt sich also ohne jede weitere Berechnung direkt entnehmen, wieviel größer oder kleiner die Intensität der weichen bzw. mittleren bzw. harten Strahlungsgruppe in der ersten Röntgenstrahlung ist als in der zweiten, da die Intensität jeder Strahlungsgruppe immer in genau gleicher Weise gemessen wird.

Es ist zweckmäßig, durch entsprechende Beeinflussung der Ionisationsfaktoren β_1 usf. die Produkte $\alpha_1\,\beta_1$, $\alpha_2\,\beta_2$, $\alpha_3\,\beta_3$ möglichst gleich groß zu machen. Wäre z. B. $\alpha_3\,\beta_3$ viel kleiner als $\alpha_2\,\beta_2$ und $\alpha_1\,\beta_1$, so müßte bei der elektroskopischen Messung die Expositionsdauer für den ersten Sekundärstrahler viel größer gemacht werden als für die anderen beiden, damit gut ablesbare Werte erhalten werden. Eine annähernde Gleichheit dieser Produkte ist auch insofern günstig, als sich dann aus den für eine Röntgenstrahlung erhaltenen Werten w, m, h sogleich ein ungefähres Bild von der Strahlungszusammensetzung gewinnen läßt, weil dann jede Strahlungsgruppe annähernd in gleichem Maße bei der Messung wirksam wird, ohne daß eine allzu große einseitige Bevorzugung einer Strahlungsgruppe auftritt.

Eine beliebige Veränderung der drei Ionisationsfaktoren kann innerhalb gewisser Grenzen auf folgende Weise erreicht werden: Durch ein bei A (Fig. 2) angebrachtes Filter von berechenbarer Dicke werden zwei der drei Sekundärstrahlungen so geschwächt, daß die entsprechenden Faktoren β_1 und β_2 in ein beliebiges Verhältnis gebracht werden können. Die Bedingung, daß β_3 in ein beliebiges Verhältnis gegenüber β_1 und β_2 gebracht werden soll, läßt sich dadurch erfüllen, daß das Filter aus einem Stoff verfertigt wird, welcher von der β_3 entsprechenden Strahlung zur Emission einer Eigenstrahlung angeregt wird und so zu einer Verstärkung der Ionisationswirkung β_3 beiträgt. Die Größe dieser Verstärkungswirkung kann experimentell ermittelt werden. Wird bei A in Fig. 2 eine 0,007 Millimeter dicke Zinnfolie angebracht, dann verhalten sich bei den angewandten Sekundärstrahlern die Ionisationskoeffizienten $\beta_1 : \beta_2 : \beta_3$ annähernd umgekehrt wie die mit Hilfe des Emissionsgesetzes berechneten Transformationskoeffizienten $\alpha_1 : \alpha_2 : \alpha_3$, so daß die Produkte $\alpha_1\,\beta_1$, $\alpha_2\,\beta_2$, $\alpha_3\,\beta_3$ annähernd gleich werden.

§ 8. Der Gang der Messung.

Das Elektroskop wird so unter der Röntgenröhre aufgestellt, daß der Fokus senkrecht über der Mitte der Kammer P steht. Mit Rücksicht auf die Vergleichbarkeit der Meßresultate ist es zweckmäßig, stets dieselbe Fokusdistanz einzuhalten bzw. das Resultat auf die gleiche Fokusdistanz umzurechnen. Sämtliche in dieser Arbeit angegebenen Resultate beziehen sich auf eine Fokusdistanz von 40 cm. Ist durch einen Vorversuch die Expositionszeit festgestellt, welche bei der zu untersuchenden Röntgenstrahlung einen gut meßbaren Rückgang des Elek-

[1]) Im Fall sehr stark gefilterter Strahlungen ist Gl. 12 wegen des Streueinflusses zu modifizieren; Näheres hierüber wird an anderer Stelle (Annalen der Physik 1919) mitgeteilt.

troskopblättchens liefert, so wird die Röntgenstrahlung in Pausen jedesmal genau gleich lange Zeit eingeschaltet, und zwar bei kurzen Expositionszeiten mit Hilfe der an den Röntgenapparaten angebrachten Momentuhren[1]) und Momentschaltern, bei längeren Zeiten mit Hilfe einer Stoppuhr und des Handschalters. Während der Pause zwischen den Einschaltungen werden die Sekundärstrahlerplatten ausgewechselt. Der Betrieb der Röntgenröhre in Pausen ist insofern von Vorteil, als die gewöhnlichen gashaltigen Röntgenröhren bei dieser Betriebsweise eine größere Konstanz zeigen. Bei den Siederöhren und anderen Therapieröhren, welche zu ihrem Betrieb die fortwährende Gaszufuhr durch Osmoregenerierung bedürfen, ist es besser, die Röhre dauernd eingeschaltet zu lassen und die Dauer der Expositionszeit mit Hilfe eines auf der Kammer des Elektroskops angebrachten Bleiverschlusses zu bestimmen. Die Gesamtzeit, die zur Untersuchung einer Röntgenstrahlung erforderlich ist, beträgt etwa eine Minute. Hierauf wird dieselbe Messung in der gleichen Reihenfolge der Sekundärstrahler nochmals wiederholt, um Fehler infolge Inkonstanz der Röntgenröhre zu eliminieren. Insbesondere hat sich die während der Kriegszeit sehr erhebliche Schwankung der Netzspannung des Elektrizitätswerkes als eine Hauptursache für die Inkonstanz der Strahlung erwiesen. Als einfache Methode zur Kontrolle der Strahlungskonstanz hat sich die gleichzeitige Messung der Primärspannung des Röntgenapparats (mittels Voltmeter) und der sekundären Stromstärke (mittels Milliamperemeter) gut bewährt. Solange die Angaben beider Instrumente sich nicht ändern, wird eine Strahlung von gleichbleibender Zusammensetzung erzeugt. Die Richtigkeit dieses Satzes wurde durch zahlreiche Messungen bestätigt.

Beispiel einer Messung:

I. Weiche Gundelachröhre am Idealapparat, starke Belastung 38 M.-A., Dauer der Einschaltung 0,4 Sekunden.

Rückgang des Elektroskopblättchens in Skalenteilen für

den Sekundärstrahler	W	10,2
„ „	M	8,5
„ „	H	2,0

also bezogen auf 1 Sekunde

$$w = 25{,}5$$
$$m = 21{,}2$$
$$h = 5{,}0$$

II. Etwas härtere Gundelachröhre am Idealapparat, schwache Belastung, 3,2 M-A., Dauer der Einschaltung 3 Sekunden.

Rückgang des Elektroskopblättchens in Skalenteilen für

den Sekundärstrahler	W	5,1
„ „	M	5,25
„ „	H	2,1

also bezogen auf 1 Sekunde

$$w = 1{,}7$$
$$m = 1{,}75$$
$$h = 0{,}70.$$

Die Strahlung I ist somit charakterisiert durch die Angabe $w:m:h = 25{,}5:21{,}2:5{,}0$; die Strahlung II durch die Angabe $w:m:h = 1{,}7:1{,}75:0{,}70$.

I II

Fig. 3.

Eine anschauliche Darstellung des Resultates läßt sich dadurch gewinnen, daß drei zu einander parallele Strecken aufgezeichnet werden, deren Länge den Zahlen w, m, h entspricht (Fig. 3). Man

[1]) Eine Kontrolle der Angaben der Momentuhren durch Vergleichung mit einer Stoppuhr ist sehr zu empfehlen.

sieht sofort, daß die Intensität sämtlicher Strahlungsgruppen bei Strahlung I viel größer ist als bei Strahlung II; relativ am kleinsten sind die Unterschiede bei der harten Strahlungsgruppe. Um den Unterschied in der Zusammensetzung beider Strahlungen deutlich hervortreten zu lassen, wird die graphische Darstellung so gezeichnet, daß die Intensität der mittleren Strahlungsgruppe in beiden Strahlungen gleich groß ist. In der Beziehung $w:m:h = 25{,}5:21{,}2:5{,}0$ hat man $m = 1$ zu setzen und erhält $w:m:h = \frac{25{,}5}{21{,}2}:1:\frac{5{,}0}{21{,}2} = 1{,}2:1:0{,}24$. In gleicher Weise ergibt sich für Strahlung II $w:m:h = 1{,}0:1:0{,}4$. Aus Fig. 4 läßt sich sofort ablesen, daß in der Strahlung I der relative Anteil an weichen Strahlen größer und der an harten Strahlen kleiner ist als in Strahlung II.

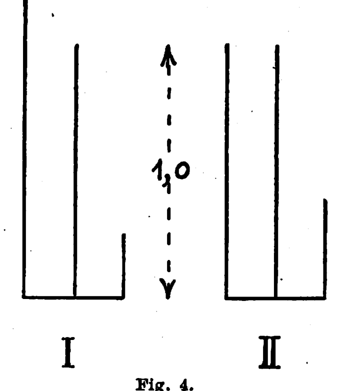


Fig. 4.

Durch solche graphische Darstellungen wie die Fig. 4 lassen sich die Zusammensetzungen verschiedener Strahlungen leicht miteinander vergleichen, auch wenn die Gesamtintensität der betreffenden Strahlungen verschieden ist. Bei Strahlungen, bei denen der Hauptteil der Energie im kurzwelligen Spektralgebiet ausgesandt wird, z. B. bei gefilterten Strahlungen, ist es zweckmäßiger, das Verhältnis der charakteristischen Werte $w:m:h$ so umzuformen, daß $h = 1$ wird. Beispiele hierfür werden in § 10 angegeben werden.

§ 9. Messungen an verschiedenen Röntgenröhren. (Ionenröhren.)

Um den Einfluß der Betriebsweise der Röntgenröhren auf die Strahlungszusammensetzung zu untersuchen, wurden die Strahlungen verschiedener Röhren mit der neuen Meßmethode geprüft. Mit Ausnahme der Strahlung IX, welche von einer mit Apexinduktor und Gasunterbrecher betriebenen Müllerschen Siederöhre geliefert wurde, wurden sämtliche Strahlungen mit Hilfe eines Hochspannungsgleichrichters (Idealapparat) erzeugt. Auf der Wechselstromseite der Umformermaschine war dauernd ein Voltmeter zur Kontrolle der Netzspannung angeschlossen. Die Angaben der Härte in Tabelle 1 sollen eine Orientierung über das Vakuum der Röhren liefern. Zu diesem Zweck wurde teils die mittlere Härte nach Benoist photographisch gemessen, teils die Ausschläge des Milliampèremeters bei gleicher Primärspannung und gleicher Größe des Vorschaltwiderstandes am Reguliertisch verglichen. Je größer unter sonst gleichen Verhältnissen die Sekundärstromstärke ist, um so weicher ist die eingeschaltete Röhre d. h. desto größer ist ihr Gasgehalt. Es ist bekannt, daß die mittlere Härte einer Röntgenröhre mit zunehmender Belastung ansteigt. In der Tabelle 1 sind daher sämtliche Härteangaben auf niedere Belastungen ($2^1/_2$—4 M.-A.) bezogen. Bei Strahlung II und V wurde auch die mittlere Härte bei sehr starker Belastung (40 bzw. 38 M.-A.) festgestellt; sie beträgt 5 Benoist (Strahlung II) und 6—7 Benoist (Strahlung V).

Tabelle 1.

Strahlung	Röhre	Belastung	Härte	w	m	h	w : m : h
I	Gundelach Nr. 1	4,1 MA.	3—4 B.	1,0	0,4	—	2,5 : 1 : —
II	„ „	40 „	wie bei I	31	24,5	6	1,27 : 1 : 0,25
III	„ Nr. 2	3,6 „	5 B.	1,27	1,0	0,28	1,27 : 1 : 0,28
IV	„ „	7 „	kleiner als bei III	2,2	1,3	0,3	1,7 : 1 : 0,23
V	„ „	38 „	wie bei III	28,8	30	9,3	0,96 : 1 : 0,31
VI	„ Nr. 3	2,3 „	6 B.	2,0	1,8	0,7	1,1 : 1 : 0,4
VII	„ „	29 „	wie bei VI	45	45	24	1,0 : 1 : 0,53
VIII	Radiologie Nr. 1	2,4 „	7 B.	2,3	2,6	1,3	0,9 : 1 : 0,5
IX	Müller Nr. 1	3,0 „	größer als bei VIII	3,0	4,5	3,6	0,66 : 1 : 0,8

Ein Überblick über die letzte Vertikalspalte der Tabelle zeigt zunächst, daß der relative Anteil der weichen Strahlengruppe kleiner und der der harten Strahlengruppe größer wird, je höher das Vakuum der Röntgenröhre ist. Bei einer sehr weichen Röhre mit einem Lindemannglasfenster (erhöhte Durchlässigkeit für die sehr weichen Strahlen) ergab sich für $w:m$ sogar der Wert 3,3 : 1. Aus der zweitletzten Vertikalspalte ist zu ersehen, daß die absoluten Intensitäten der einzelnen Strahlungsgruppen um so größer werden, je höher das Vakuum der betreffenden Röhre ist, (z. B. V und VII, obgleich bei VII die sekundäre Stromstärke kleiner ist als bei V). Der Grund für dieses Verhalten liegt darin, daß die Gesamtintensität einer Strahlung proportional ist mit dem Quadrat[1]) der an der Röhre liegenden effektiven Spannung und daß diese Spannung unter sonst gleichen Umständen um so größer ist, je höher das Vakuum der Röhre ist.

Die Erhöhung der Sekundärstromstärke bei einer Röhre von gleichbleibendem Vakuum wirkt so, daß die weiche Strahlungsgruppe gegenüber der mittleren Strahlungsgruppe abnimmt (z. B. I und II, III und V, VI und VII). Dieses Resultat ließ sich auf Grund der bisher bekannten Tatsachen über die Abhängigkeit der mittleren Härte von der Belastung voraussehen. Neu ist dagegen die Feststellung, daß bei weichen Röhren als Folge der Belastungserhöhung der relative Anteil der harten Strahlengruppe nur sehr wenig zunimmt (siehe Fig. 5, Darstellung von $w:m:h$ für die Strahlungen III und V). Hieraus folgt, daß die Erhöhung der Sekundärstromstärke keine wesentliche Erhöhung der sekundären Maximalspannung bewirkt. Dieses Resultat ist zunächst überraschend, da die Vergrößerung der Sekundärstromstärke durch Ausschalten von Widerständen im Primärkreis erreicht und dadurch die Magnetisierungsstromstärke des Transformators vergrößert wird, welche eine entsprechende Erhöhung der maximalen Sekundärspannung zur Folge hat.

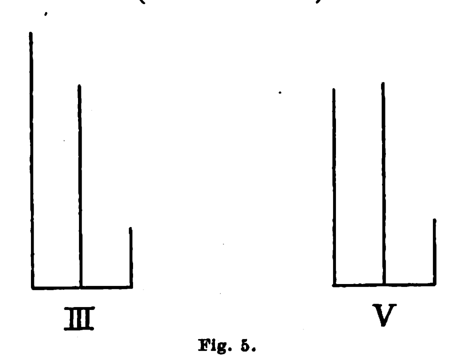


Fig. 5.

Eine Messung der Primärspannung auf der Wechselstromseite der Umformermaschine ergab nun, daß die Spannung beim Einschalten der Gundelachröhre Nr. 2 bei 3,6 M.-A. Belastung um $1^0/_0$, bei 38 M.-A. Belastung um $12^0/_0$ abnimmt. Die Zunahme der Magnetisierungsstromstärke des Transformators ist also von einem gleichzeitigen Abfall der Primärspannung des Transformators begleitet, so daß die maximale Sekundärspannung einer eingeschalteten weichen Röntgenröhre sich nur wenig bei einer starken Vergrößerung der Sekundärstromstärke ändert.

Belastet man also die gleiche Röntgenröhre einmal mit 3,6 M.-A. und dann mit 38 M.-A., so nimmt im zweiten Fall der relative Anteil der weichen Strahlen bedeutend ab, während nur ein geringer Zuwachs an harten Strahlen hinzutritt. Wie die Fig. 5 zeigt, ist also die Strahlung V homogener als die Strahlung III[2]). Für viele röntgendiagnostische Zwecke ist die Strahlung V besonders gut geeignet. Da eine Röhre bei dieser hohen Belastung nur kurze Zeit konstant bleibt, so ist die Frage von Interesse, ob sich die gleiche Strahlungszusammensetzung nicht auch bei schwächerer Belastung mit Hilfe einer Röhre von anderem Vakuum herstellen läßt. Wie verschiedene Versuche ergeben haben, ist diese Frage zu verneinen. Wählt man z. B. eine Röhre mit geringerem Gasgehalt (Gundelach Nr. 3, siehe Tabelle 1), dann sind in Strahlung VI relativ mehr harte und zugleich mehr weiche Strahlen enthalten als in der Strahlung V. Für die Strahlungszusammensetzung sind bei den gewöhnlichen gashaltigen Röntgenröhren drei Faktoren maßgebend. Erstens der Gasgehalt der Röhre,

---

[1]) Kröncke, Annal. d. Phys. 43, 687, 1914.

[2]) Auf die Bedeutung dieses Resultats für die röntgendiagnostische Aufnahmetechnik wird an anderer Stelle näher eingegangen werden.

zweitens die Sekundärspannung[1]) und drittens die sekundäre Stromstärke. Wie die Versuche zeigen, ist es also nicht immer möglich, die Wirkung dieser drei Faktoren so zu verändern, daß auf zwei verschiedene Weisen eine Strahlung von annähernd gleicher Zusammensetzung zustande kommen kann. Nimmt man dagegen den Fall der Strahlung II, die von einer sehr weichen Röhre bei hoher Belastung geliefert wird, so zeigt die Tabelle 1, daß eine ganz ähnliche Strahlung unter Benützung einer Röhre von geringerem Gasgehalt (Strahlung III) erhalten werden kann.

Zwischen den beiden in ihrer Zusammensetzung gleichen Strahlungen II und III besteht nun ein gewaltiger Unterschied in der Gesamtintensität. Die Intensität jeder einzelnen Strahlungsgruppe, also auch die Gesamtintensität der Strahlung II ist 25 mal so groß wie die der Strahlung III (s. Tabelle 1). Wird mit Strahlung III eine Röntgenaufnahme 25 mal so lange exponiert wie mit Strahlung II, so sind die beiden Platten in jeder Beziehung einander gleich. Die Regel bei annähernd gleichen Strahlungen die Expositionszeiten so zu bemessen, daß das Produkt aus Sekundärstromstärke und Expositionszeit gleich groß wird, würde hier zu einem Fehlresultat führen, da die Sekundärstromstärken sich wie 1 : 11 verhalten. Diese Regel stützt sich auf die Anschauung, daß bei gleichen Strahlungen die Stärke des durch die Röhre fließenden Stromes als Maß für die Strahlungsintensität betrachtet werden darf. Diese Anschauung ist richtig, wenn der gesamte mit dem M.-A. gemessene Stromtransport allein durch den von Kathode zur Antikathode fliegenden Elektronenschwarm besorgt wird. Ist dies der Fall, dann muß bei Strahlungen mit gleicher Zusammensetzung die Strahlungsausbeute pro 1 M.-A. (Gesamtintensität dividiert durch Sekundärstromstärke) gleich groß sein. Diese bisher noch nicht experimentell untersuchte Frage wird durch die in Tabelle 1 mitgeteilten Messungen beantwortet. Für die Strahlungen II und III beträgt die Strahlungsausbeute pro 1 M.-A., bei Strahlung II $\frac{24{,}5}{40} = 0{,}61$ bei Strahlung III $\frac{1{,}0}{3{,}6} = 0{,}28$. Bei gleicher Strahlungszusammensetzung ist die Strahlungsausbeute bei hohen Belastungen mehr als doppelt so groß als bei niederen Belastungen. (Beide Röntgenröhren waren genau gleich gebaut und die Antikathode aus gleichem Material verfertigt.) Dieses Resultat beweist die Richtigkeit der Anschauung[2]), daß der gesamte durch das M.-A. fließende Strom nicht bloß aus der von den Kathodenstrahlen in einer Sekunde transportierten Elektrizitätsmenge besteht, sondern daß ein Teil p dieses Stromes in Form von Ionenstrom, der für die Strahlungserzeugung nicht in Betracht kommt, auftritt. Die Größe dieses Faktors p hängt wie die obige Messung zeigt, vom Vakuum und von der Belastung der Röhre ab. In diesem Zusammenhang ist folgende von Wagner[3]) kürzlich mitgeteilte Beobachtung von Interesse. Eine Röntgenröhre liefert bei gleicher Sekundärstromstärke und Spannung (die Röhre wurde mit Gleichstrom betrieben) bei Wasserstoffüllung nur die halbe Strahlungsintensität als bei Luftfüllung. Zur Erklärung wird angefügt, daß im Wasserstoff wegen seiner guten Leitfähigkeit der Anteil des Ionenstroms wesentlich größer sei als in Luft.

Zum Vergleich sei hier das Resultat der in § 10 aufgeführten Messung an der Lilienfeldröhre vorweggenommen: Bei gleicher Strahlungszusammensetzung ist unabhängig von der Belastung die Strahlungsausbeute pro 1 M.-A. gleichgroß. Bei allen Elektronenröhren (Coolidgeröhre, Lilienfeldröhre) kann wegen des extrem niederen Vakuums kein Ionenstrom auftreten; der gesamte durch das M.-A. fließende Strom ist reiner Elektronenstrom. Die Größe der sekundären Stromstärke kann also nur bei Verwendung von Elektronenröhren als Maß für die Strahlungsintensität dienen und auch hier nur so lange, als die spektrale Zusammensetzung der Strahlungen annähernd gleich ist (s. § 10).

---

[1]) Maßgebend ist nicht bloß der Mittelwert der Spannung, sondern auch die Art des zeitlichen Spannungsverlaufes während eines Entladungsstoßes. Wehnelt, Annal. d. Phys. 47, 1112, 1915.

[2]) Glocker, Phys. Zeitschr. 18, 315, 1917.

[3]) Annal. d. Phys. 57, 446, 1918.

Eine Änderung der Netzspannung des Elektrizitätswerks macht sich in zweifacher Hinsicht bemerkbar: Erstens ändert sich die Strahlungszusammensetzung d. h. das Verhältnis der Intensitäten der einzelnen Strahlungsgruppen, und zweitens ändert sich die absolute Intensität jeder Strahlengruppe. Die zweite Wirkung ist bei den gewöhnlichen Röntgenröhren am Idealapparat wesentlich größer als die erste. Eine Gundelachröhre von gleichbleibendem Vakuum liefert bei 153 Volt eine Strahlung von der Zusammensetzung $w:m:h = 1,2:1:0,48$, bei 162 Volt $w:m:h = 1,16:1:0,51$. Wie Fig. 6 zeigt (aufgetragen sind die absoluten Werte für w, m und h), ist bei höherer Spannung (B) die weiche Strahlungsgruppe um 20%, die harte Strahlungsgruppe um 32% intensiver als bei niederer Spannung (A). Diese Intensitätszunahme ist außerordentlich groß, wenn man bedenkt, daß die Änderung der Primärspannung nur 6% beträgt.

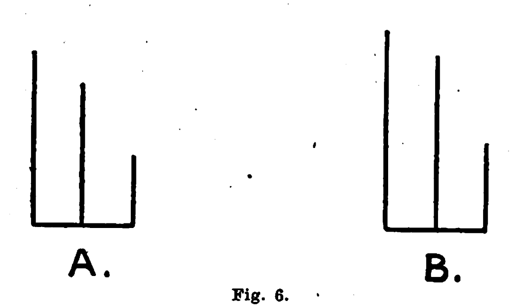


Fig. 6.

§ 10. Messungen an der Lilienfeldröhre.

Bei der Lilienfeldröhre läßt sich bekanntlich die spektrale Zusammensetzung der entstehenden Strahlung in beliebiger Weise durch die Veränderung der elektrischen Entladungsbedingungen beeinflussen. Der Grad des Vakuums kommt für die Strahlungserzeugung nicht in Betracht, da die Gasverdünnung so weit getrieben ist, daß der Stromdurchgang durch Aussendung von Glühelektronen künstlich eingeleitet werden muß. Eine Untersuchung der von der Lilienfeldröhre gelieferten Strahlungen mit Hilfe der neuen Meßmethode bietet daher besonderes Interesse, um so mehr als über die Abhängigkeit der Strahlung von der Betriebsweise bisher nur sehr wenig bekannt geworden ist.

Zunächst wurde die Strahlung bei verschiedenen Stellungen des Hochspannungswiderstandes untersucht, wobei durch Regulieren des Vorschaltwiderstandes im Primärkreis des Hochspannungsgleichrichters jeweils eine annähernd gleiche Größe des Sekundärstroms eingestellt wurde.

Tabelle 2.

Strahlung	Hochsp.-Wid.	Belastung	w	m	h	w : m : h
I	9	3,7 MA.	0,20	0,03	—	6,7 : 1 : —
II	13	4,4 „	2,06	1,45	0,20	1,42 : 1 : 0,14
III	15	4,1 „	2,75	2,5	0,80	1,1 : 1 : 0,32
IV	17	3,9 „	3,6	4,0	1,72	0,90 : 1 : 0,43
V	23	3,9 „	4,45	5,3	2,9	0,84 : 1 : 0,55
VI	29	3,6 „	4,5	6,0	3,54	0,75 : 1 : 0,59
VII	34	3,9 „	5,7	7,5	4,86	0,76 : 1 : 0,65
VIII	34	3,0 „	4,1	5,0	2,8	0,82 : 1 : 0,56

Auf den Zeichnungen[1]) der Figur 7 ist deutlich zu sehen, wie bei einer Zunahme des Hochspannungswiderstandes von Strahlung zu Strahlung die relative Intensität der weichen Strahlengruppe kleiner und die der harten Strahlengruppe größer wird. Eine Änderung des

[1]) In der unteren Reihe sind jeweils die absoluten Werte für w, m und h, in der oberen Reihe die relativen Werte $w:m:h$ (bezogen auf $m = 1$) dargestellt. Die Zahlen geben die Stellung des Hochspannungswiderstandes (H.-W.) und die Belastung (M.-A.) an.

Hochspannungswiderstandes um die gleiche Anzahl Einheiten bewirkt bei den niederen Nummern eine wesentlich größere Veränderung der Strahlungszusammensetzung als bei den höheren Nummern. Ein Vergleich der Strahlungen VII und VIII in Tabelle 2 zeigt, daß eine geringe Erhöhung der sekundären Stromstärke von 3,0 auf 3,9 M.-A. bei gleichbleibender Primärspannung in ähnlichem Sinne wirkt wie eine Vergrößerung des Hochspannungswiderstandes. Eine große Erhöhung der sekundären Stromstärke bewirkt gewaltige Änderungen in der Strahlungszusammensetzung. Bei Stellung 9 des Hochspannungswiderstandes erhält man mit 4 M.-A. eine außerordentlich weiche Strahlung, die fast nur die sehr weiche Strahlengruppe enthält (Strahlung I in Tabelle 2), mit 16 M.-A. eine Strahlung (XII in Tabelle 3), bei der sogar schon die sehr harten Strahlen in beträchtlicher Intensität vertreten sind. Bei einer kontinuierlichen Steigerung der Belastung bei gleicher Stellung der Hochspannungswiderstandes[1]) lassen sich also eine sehr große Anzahl von Strahlungen mit verschiedener Zusammensetzung herstellen, wobei eine Verminderung des Gehalts an weichen Strahlen jedesmal von einem

Fig. 7.

[1]) Z. B. erste und letzte Zeichnung der Figur 7 für Stellung 13 des Hochsp.-Wid.

Tabelle 3.

Strahlung	Hochsp.-Wid.	Belastung	w	m	h	w : m : h
IX	4	21 MA.	7,6	4	0,56	1,9 : 1 : 0,14
X	5	20 „	9,0	6,5	1,3	1,38 : 1 : 0,20
XI	7	17 „	11,2	10,4	3,5	1,07 : 1 : 0,34
XII	9	16 „	16,2	20,5	9,7	0,79 : 1 : 0,47
XIII	11	13 „	15,2	19,8	10,3	0,77 : 1 : 0,52
XIV	13	13 „	20,5	28	20,3	0,73 : 1 : 0,72
XV	15	13 „	19	26	20,6	0,73 : 1 : 0,79

Zuwachs an harten Strahlen begleitet ist. Steigert man z. B. bei der Stellung 9 des Hochspannungswiderstandes die Belastung allmählich von 4 M.-A. auf 16 M.-A., so erhält man Strahlungen mit Zusammensetzungen, die innerhalb der Grenzwerte 6,7 : 1: und 0,79 : 1 : 0,47 liegen. Die Lilienfeldröhre bietet also die Möglichkeit, außerordentlich viele verschiedenartige Strahlengemische herzustellen. Strahlungen von annähernd gleicher Zusammensetzung lassen sich auf verschiedene Weise erzeugen: z. B. wird der Strahlungstypus 0,77 : 1 : 0,52 erhalten bei 13 M.-A. Belastung und Stellung 11 des Hochspannungswiderstands, während sich bei 3,5 M.-A. Belastung und Stellung 29 des Hochspannungswiderstandes der annähernd gleiche Strahlungstypus 0,75 : 1 : 0,59 ergibt (Strahlung XIII bzw. VI).

Im Gegensatz zu den gewöhnlichen Röntgenröhren (Ionenröhren) ist bei der Lilienfeldröhre die Strahlungsausbeute pro 1 M.-A. Sekundärstromstärke bei Strahlungen von gleicher Zusammensetzung gleich groß (siehe Tabelle 4). Der Unterschied in der Strahlungsausbeute bei den Strahlungen XIII und VI rührt davon her, daß bei Strahlung VI die an der Röhre liegende Maximalspannung offensichtlich größer war als bei Strahlung XIII ($m:h$ ist bei Strahlung VI größer).

Tabelle 4.

Strahlung	Belastung	w : m : h	m	m pro 1 MA.
II	4,4 MA.	1,42 : 1 : 0,14	1,45	0,33
X	20 „	1,38 : 1 : 0,20	6,5	0,33
III	4,1 „	1,1 : 1 : 0,32	2,5	0,61
XI	17 „	1,07 : 1 : 0,34	10,4	0,61
XIII	13 „	0,77 : 1 : 0,52	19,8	1,52
VI	3,6 „	0,75 : 1 : 0,59	6,0	1,66
XV	13 „	0,73 : 1 : 0,79	26	2,0
XVI[1])	2,9 „	0,73 : 1 : 0,81	6,1	2,1

Wie die Tabelle 4 zeigt, nimmt die Strahlungsausbeute von 1 M.-A. im mittleren Teil des Spektrums sehr erheblich zu, je mehr das Energiemaximum der Strahlung in Richtung auf das kurzwellige Gebiet vorrückt. Für röntgendiagnostische Zwecke ist hauptsächlich die Energie im mittleren Teile der Spektrums maßgebend. Es ist daher auch bei der Lilienfeldröhre nicht zulässig, bei Strahlungen von verschiedener Zusammensetzung die Sekundärstromstärke als Maß für die photographisch wirksame Strahlungsintensität zu betrachten und die Expositionszeiten indirekt proportional zu den Sekundärstromstärken anzusetzen.

---

[1]) Hochsp.-Wid. 34, 3 homog. Stäbe, 2,9 MA.

Tabelle 5.

Strahlung	Hochsp.-Wid.	Belastung	Hom. Stäbe	w : m : h
A	34	4,3 MA.	0	0,81 : 1 : 0,65
B	„	4,3 „	2	0,75 : 1 : 0,80
C	„	3,0 „	1	0,82 : 1 : 0,56
D	„	2,9 „	3	0,73 : 1 : 0,81

Die Lilienfeldröhre bietet nun die weitere Möglichkeit durch entsprechende Einstellung des zwischen Arbeitskathode und Heizkathode parallel geschalteten Homogenisierungswiderstandes die Strahlungszusammensetzung zu beeinflussen. In Tabelle 5 und in Fig 8 sind zwei Beispiele einer solchen Homogenisierungswirkung dargestellt. Aus der Fig. 8 ist deutlich zu ersehen, wie eine Vergrößerung des Homogenisierungswiderstandes den Anteil an weichen Strahlen herabdrückt und den an harten Strahlen gleichzeitig erheblich vergrößert. (Bei der graphischen Darstellung für $w:m:h$ in Fig. 8 ist jedesmal $m = 1$ gesetzt.)

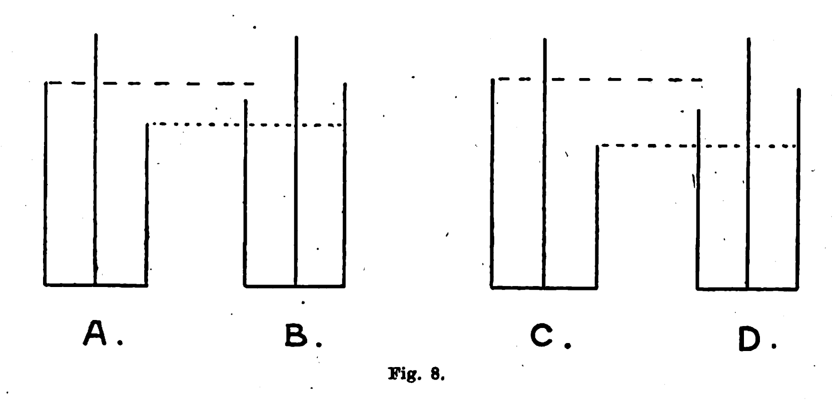


Fig. 8.

Schwankungen der Netzspannungen des Elektrizitätswerkes bewirken auch bei der Lilienfeldröhre eine Änderung der ausgesandten Strahlung in doppelter Hinsicht. Eine Zunahme der Primärspannung hat erstens eine Abnahme des relativen Anteils der weichen Strahlungsgruppe und eine Zunahme der harten Strahlungsgruppe, zweitens eine Vergrößerung der absoluten Intensitäten der einzelnen Strahlungsgruppen zur Folge. Bei Stellung 15 des Hochspannungswiderstandes und bei gleichbleibendem Vorschaltwiderstand beträgt die Strahlungszusammensetzung bei 150 Volt Primärspannung 1,2 : 1 : 0,26, bei 160 Volt Primärspannung 1,1 : 1 : 0,35. Die Zunahme der absoluten Intensität der mittleren Strahlungsgruppe beträgt etwa 15 %. Die Möglichkeit mit der Lilienfeldröhre bei gleicher Einschaltung der Widerstände jedesmal genau dieselbe Strahlung reproduzieren zu können, ist somit an die Voraussetzung geknüpft, daß die Netzspannung des Elektrizitätswerkes konstant bleibt.

Zur Beurteilung der biologischen Wirkung der Röntgenstrahlen ist es von Interesse zu untersuchen, in welcher Weise die Strahlungszusammensetzung durch die Einschaltung von absorbierenden Stoffen in den Strahlengang verändert wird. Als Beispiel einer solchen Filterwirkung sei folgender Fall angeführt: Bei Stellung 34 des Hochspannungswiderstandes und drei eingeschalteten Stäben des Homogenisierungswiderstandes, sowie bei 2,9 M.-A. Belastung und stets gleichbleibender Primärspannung ergibt sich folgende Strahlungszusammensetzung:

ohne Filter	$w:m:h = 0{,}90 : 1{,}24 : 1$
mit 2 mm Aluminiumfilter	„ $= 0{,}55 : 1{,}08 : 1$
„ 0,5 „ Zinkfilter	„ $= 0{,}35 : 0{,}69 : 1{,}0$

Da es sich hier um sehr harte Strahlungen handelt, ist es zweckmäßiger, zur Vergleichung jedesmal die Intensität der harten Strahlengruppe $h = 1$ zu setzen. Die Zusammensetzung der drei Strahlungen $w:m:h$ ist in Fig. 9 graphisch dargestellt. Die absolute Intensität der sehr harten Strahlen wird durch 2 mm Aluminium um 23%, durch 1/2 mm Zink um 50% geschwächt.

Besonders bemerkenswert ist die Beobachtung, daß beim Übergang vom 2 mm Aluminiumfilter auf das 1/2 mm Zinkfilter erhebliche Veränderungen in der Strahlungszusammensetzung auftreten. Der Erfinder der Lilienfeldröhre gibt auf Grund von Absorptionsmessungen an, daß sich bei entsprechender Schaltung eine Strahlung von solcher spektraler Zusammensetzung herstellen lasse, daß ein Filter von 1 1/2 mm Aluminium zur Homogenisierung genüge. Bei der großen Bedeutung dieses Resultates für die biologische Anwendung der Röntgenstrahlen ist eine Nachprüfung mit Hilfe einer anderen Meßmethode dringend erwünscht. Hierzu ist die neue Methode der Strahlungsuntersuchung sehr gut geeignet. Ist eine Strahlung praktisch homogen, dann müssen sich bei Erhöhung der Filterdicke für $w:m:h$ stets die gleichen Werte ergeben. Bei der in Fig. 9 dargestellten Strahlung (Hochspannungswiderstand 34, 3 Homogenisierungsstäbe, 2,9 M.-A.) wird offensichtlich eine Homogenität nach dem Durchgang durch 2 mm Aluminium noch nicht erreicht[1]).

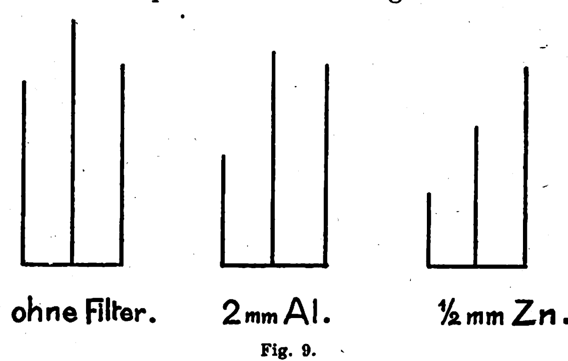


Fig. 9.

§ 11. Die Vieldeutigkeit der Messung der mittleren Härte.

Die mittlere Härte einer heterogenen Strahlung, wie sie z. B. mit einer Benoist- oder Wehneltskala bestimmt wird, ist ein Mittelwert des Durchdringungsvermögens sämtlicher Komponenten des Gemisches und es ist ohne weiteres einleuchtend, daß ein- und derselbe Mittelwert in ganz verschiedener Weise, d. h. also bei ganz verschiedener Zusammensetzung der Strahlung zustande kommen kann. Eine andere Frage ist es aber, ob die technischen Erzeugungsmöglichkeiten zur Zeit derartige sind, daß eine Reihe solcher verschiedenartiger Strahlungen, welche die gleiche mittlere Härte liefern, wirklich vorkommen. Um diese Frage zu entscheiden, wurde eine Anzahl von Strahlungen mit der neuen Methode untersucht und gleichzeitig ihre mittlere Härte mit einer photographischen Benoistmessung festgestellt (Tabelle 6). Das für die Zusammensetzung der Strahlen charakteristische Verhältnis $w:m:h$ ist jeweils wieder auf $m = 1$ bezogen. Um die Unterschiede in der Strahlungszusammen-

Tabelle 6.

	Röhre	Apparat	Belastung	Benoist	w : m : h
I	Lilienfeld	Gleichrichter	20 MA.	5—6	1,2 : 1 : 0,2
II	Gundelach	„	2 „	5—6	1,2 : 1 : 0,5
III	Gundelach	„	36 „	6—7	0,95 : 1 : 0,3
IV	Müller	Induktor	2,5 „	6—7	0,80 : 1 : 0,6
V	Lilienfeld	Gleichrichter	4 „	7	0,75 : 1 : 0,6
VI	Lilienfeld	„	3 „	7	0,73 : 1 : 0,81

[1]) Betr. des endlichen Wertes für w (trotz starker Filterung) vgl. Anm. zu Gleichung 13.

setzung möglichst deutlich hervortreten zu lassen, sind die Endpunkte der Strecken, welche die Intensitäten der drei Strahlengruppen darstellen (von links nach rechts gezählt: weich, mittelhart, hart) durch gerade Linien verbunden (Fig. 10). Man sieht sofort, daß die beiden Strahlungen I und II mit der gleichen mittleren Härte 5—6 Benoist im langwelligen Teil des Spektrums nahezu gleich sind, daß dagegen im kurzwelligen Spektralgebiet erhebliche Unter-

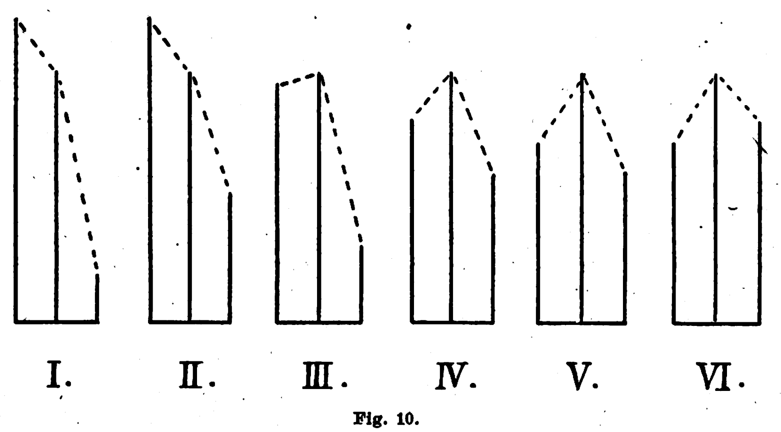


Fig. 10.

schiede bestehen. Eine ganz ähnliche Beobachtung macht man bei dem nächstfolgenden Paar III und IV. Hier sind die Unterschiede in der Intensität der harten Strahlungsgruppe außerordentlich groß und doch ergibt sich für beide Strahlungen die gleiche mittlere Härte 6—7 Benoist. Das letzte Paar (mittlere Härte 7 Benoist) stimmt im langwelligen Spektrum fast überein, unterscheidet sich dagegen beträchtlich im kurzwelligen Spektrum.

Als Ergebnis dieser Vergleichung folgt, daß für das Resultat der Benoistmessung fast ausschließlich das Verhältnis der Intensität der weichen zu der der mittleren Strahlungsgruppe bestimmend ist und daß die Intensität der sehr harten Strahlungsgruppe für die Benoistmessung kaum in Betracht kommt. Ist $w:m$ größer als 1, so ergibt sich als mittlere Härte 5—6 Benoist, ist $w:m$ nahezu 1 oder etwas kleiner, so ergibt sich 6—7 Benoist, ist $w:m$ etwa 0,7, so ergibt sich 7 Benoist. Jedesmal ganz unabhängig davon, in welcher Intensität die sehr harte Strahlungsgruppe auftritt. Dieses überraschende Ergebnis stimmt gut überein mit einer von dem Verfasser[1]) früher gegebenen theoretischen Erklärung der Wirkungsweise der Benoistskala, wonach bestimmend für das Resultat das Verhältnis der Intensität der Strahlung diesseits und jenseits der Absorptionsbandkante λ_A des Silbers ist. ($\lambda_A = 0{,}49\,\text{Å}$.) Die Grenze der Erregung des zur Messung von m benützten Sekundärstrahlers liegt nun gerade bei $\lambda = 0{,}49\,\text{Å}$.

Besonders interessant ist ein Vergleich der Strahlungen III und II. Strahlung III hat eine größere mittlere Härte als Strahlung II und wäre somit als die härtere Strahlung anzusehen. Wie die Strahlungsuntersuchung zeigt enthält aber Strahlung II die harte Strahlungsgruppe in größerer Intensität als Strahlung III, d. h. Strahlung II besitzt im kurzwelligen Gebiet des Spektrums eine größere Intensität als Strahlung III, so daß Strahlung II als die härtere Strahlung im Gegensatz zu dem Ergebnis der Benoistmessung bezeichnet werden muß. Bei diagnostischen Röntgenaufnahmen waren die mit Strahlung II erhaltenen Bilder immer etwas mehr verschleiert als bei Strahlung III. Da diese Schleierwirkung hauptsächlich von einer Zerstreuung der Strahlung im Gewebe herrührt und da die gesamte nach der Platte gelangende Streustrahlung bei härteren Strahlen wegen der geringeren Absorptionsverluste im Gewebe größer ist, so spricht diese Beobachtung ebenfalls dafür, daß in Strahlung II die härteren Strahlen intensiver auftreten als in Strahlung III.

[1]) Phys. Zeitschr. 18, 334, 1917.

Diese Untersuchungen zeigen, daß sich bei den z. Zt möglichen Betriebsbedingungen sehr leicht Strahlungen herstellen lassen, die bei gleicher mittlerer Härte eine wesentlich verschiedene Zusammensetzung besitzen, so daß eine Gleichheit der mittleren Härte keineswegs auch nur annähernd eine Gleichheit der spektralen Zusammensetzung gewährleistet. Diese Untersuchungen zeigen ferner, daß die Vorstellungen, die man sich auf Grund der Benoistmessung über die Härte einer Strahlung macht, leicht zu Trugschlüssen über die Verwendbarkeit der betreffenden Strahlung zu bestimmten praktischen Zwecken führen kann. Daß die Benoistmessung ebenso wie die Wehneltmessung und ähnliche Verfahren bei sehr harten Strahlungen versagt, war schon bisher bekannt; dagegen ist die Feststellung neu, daß in dem eigentlichen Anwendungsgebiet dieser Methoden, in der Röntgendiagnostik bei Verwendung weicher Röhren, das Resultat der Messung ein vieldeutiges ist. Infolgedessen sind Expositionstabellen, welche die bei einer bestimmten mittleren Härte zur Erreichung einer guten Röntgenaufnahme erforderliche Anzahl M.-A. Sekunden angeben, wertlos, wenn nicht nähere Angaben über die Betriebsbedingungen hinzugefügt werden.

Tabelle 7.

Röhre	Belastung	w : m : h	Benoist
Gundelach I	40 MA.	1,27 : 1 : 0,25	5
Gundelach II	3,6 „	1,27 : 1 : 0,28	5
Lilienfeld	3,9 „	0,84 : 1 : 0,55	6—7
Lilienfeld	3,0 „	0,82 : 1 : 0,56	6—7

Aus der Tatsache, daß die mittlere Härte einer Strahlung ein Mittelwert ist, der sich aus einer Anzahl Summanden zusammensetzt, folgt ohne weiteres, daß zwei Strahlungen, bei denen die einander entsprechenden Summanden jeweils gleich groß sind, den gleichen Mittelwert liefern müssen, d. h. daß Strahlungen von gleicher Zusammensetzung stets gleiche mittlere Härte besitzen müssen. Der experimentelle Beweis ergibt sich aus dem in Tabelle 7 mitgeteilten Meßresultaten. Die gute Übereinstimmung von Theorie und Praxis ist ein Beweis dafür, daß die neue Methode zur Untersuchung der Strahlungszusammensetzung eine für praktische Zwecke völlig ausreichende eindeutige Definition der Strahlungszusammensetzung liefert.

§ 12. Die Klassifikation der Röntgenstrahlungen.

Wie die Strahlungsuntersuchungen an der Lilienfeldröhre und an verschiedenen gashaltigen Röntgenröhren (Ionenröhren) zeigen, liefert die neue Meßmethode für jede Strahlung drei charakteristische Zahlen: Durch die drei Zahlen ist die Strahlung eindeutig bestimmt[1]); die absoluten Werte der drei Zahlen liefern Aufschluß über die Intensität der Strahlung, während das Verhältnis der drei Zahlen die Zusammensetzung der Strahlung aus weichen, mittelharten und sehr harten Strahlen angibt. Meßanordnungen, wie die in Fig. 2 dargestellte Anordnung, lassen sich leicht so anfertigen, daß sie alle genau übereinstimmende Meßresultate liefern. Wird nun ein- für allemal festgesetzt, daß alle Meßungen auf einen Fokusabstand von 40 cm bezogen werden sollen, so ist damit die Möglichkeit zu einer allgemein gültigen Klassifikation sämtlicher vorkommenden Röntgenstrahlungen gegeben. Eine solche Klassifikation konnte mit den bisherigen Methoden nicht durchgeführt werden; weder die Absorptionsanalyse noch das Röntgenstrahlenspektrometer liefert leicht ermittelbare Zahlenwerte, durch die der Strahlungstypus mit hinreichender

[1]) In jedem Fall, auch bei extremster Filterung.

Genauigkeit definiert ist. Für jede vorkommende Strahlung wird nun als Benennung das Verhältnis der drei experimentell leicht ermittelbaren Zahlenwerte für $w:m:h$ angegeben. Eine solche Bezeichnung bietet den großen Vorteil, daß sofort die Strahlungszusammensetzung und die Eignung der Strahlung für bestimmte Zwecke aus der Benennung ersichtlich ist. Die Strahlung 1,3:1:0,25 ist z. B. für Thoraxaufnahmen sehr günstig, während die Strahlung 0,7:1:0,8 wegen zu großen Gehaltes an harten Strahlen für diagnostische Zwecke unbrauchbar, dagegen für Tiefentherapie gut geeignet ist.

Dafür, daß die Angabe der Zahlenwerte für w, m und h tatsächlich eine für medizinisch-technische Zwecke eindeutige Bestimmung jeder Strahlung in Bezug auf Intensität und Zusammensetzung liefern, läßt sich noch folgender Beweis erbringen:

An einer Reihe von gewöhnlichen Röntgenröhren wurden die für bestimmte diagnostische Zwecke besonders gut geeigneten Strahlungen untersucht und die Werte für w, m und h gemessen. Dann wurde an einer Lilienfeldröhre durch Änderung der Schaltung und Belastung jeweils eine solche Strahlung hergestellt, daß sich bei der Messung die gleichen Werte für w, m und h ergaben. Ein Vergleich der absoluten Werte für w, m und h bei der gashaltigen Röntgenröhre bzw. bei der Lilienfeldröhre lieferte sodann die bei der Lilienfeldröhre erforderliche Expositionszeit. In allen Fällen haben die auf Grund dieser Strahlungsmessungen mit der Lilienfeldröhre angefertigten Röntgenbilder aufs beste das Resultat der Messung bestätigt. Trotz der erheblichen Unterschiede in Konstruktion und Betriebsweise zwischen der gashaltigen Röntgenröhre und der Lilienfeldröhre, wurde bei Gleichheit der Werte für w, m und h bei beiden Röhrentypen stets genau dasselbe Röntgenbild erzielt. Der Vorteil der Lilienfeldröhre, daß eine sehr viel größere Auswahl unter den erzeugbaren Röntgenstrahlungen geboten wird, wird durch die neue Methode der Strahlungsuntersuchung erst in vollem Umfang praktisch nutzbar gemacht werden können.

Die praktische Bedeutung einer Klassifikation der Röntgenstrahlungen, wie sie durch Messung der Werte w, m, h erhalten werden kann, liegt darin, daß

1. die Wiedererkennung ein- und derselben Strahlung,
2. die Beurteilung der Eignung einer Strahlung für einen bestimmten Zweck,
3. die Herstellung einer Strahlung von beliebiger gewünschter Zusammensetzung[1])

ermöglicht wird. Für die Röntgentechnik bietet das neue Verfahren die Möglichkeit, den Einfluß konstruktiver Neuerungen an Röntgenapparaten und Röntgenröhren auf die Zusammensetzung der entstehenden Strahlung rasch und sicher ermitteln zu können.

Was die Röntgendiagnostik im besonderen anbelangt, so kann das Problem der allgemein gültigen Expositionstabelle nunmehr als prinzipiell gelöst gelten. Bei den bisherigen Expositionstabellen war für eine bestimmte Aufnahmeart angegeben, wie groß die Zahl der M.-A.-Sekunden bei einer bestimmten mittleren Härte sein muß. In dem vorhergehenden Paragraphen wurde nachgewiesen, daß die Messung der mittleren Härte bei der Vielgestaltigkeit der modernen Erzeugungsmöglichkeiten von Röntgenstrahlungen auch für diagnostische Zwecke nicht mehr ausreicht; daß ferner die Zahl der M.-A.-Sekunden nicht als Maß für die Strahlungsintensität gelten darf, wurde oben ausführlich besprochen. Die praktische Erfahrung hat allmählich zu derselben Erkenntnis geführt, daß auf solchen Grundlagen beruhende Expositionstabellen nur für bestimmte Röhren und bestimmte Apparate gültig sind.

Mißt man nun mit Hilfe der neuen Methode die Strahlungszusammensetzung der für jede Aufnahmeart günstigsten Strahlung, so genügt die Angabe dieser drei Zahlen und der Expositionszeit, um mit irgendeinem anderen Röntgenapparat und einer beliebigen Röntgenröhre (gashaltige Röntgenröhre, Coolidgeröhre, Lilienfeldröhre) genau dasselbe Bild zu erhalten, falls die Betriebsbedingungen der betreffenden Röhren so variiert werden können, daß sich die ge-

[1]) Innerhalb gewisser durch die Konstruktion des betr. Röntgenapparates bedingter Grenzen.

wünschte Strahlungszusammensetzung herstellen läßt. Es ist ferner bekannt, daß das Gelingen schwieriger Röntgenaufnahmen mitunter ein Spiel des Zufalls ist. In dieser Beziehung wird durch die neue Meßmethode eine gewisse Sicherheit des Gelingens gewährleistet: vor der Aufnahme wird mit der betreffenden Röhre die Strahlungszusammensetzung untersucht und festgestellt, ob sie mit dem seinerzeit für den betreffenden Zweck als optimal erkannten Strahlungstypus übereinstimmt. Damit wird die röntgendiagnostische Aufnahmetechnik aus dem Stadium unsicheren Umhertastens herausgeführt und auf exakte Grundlage gestellt.

In ähnlicher Weise läßt sich für die biologische Anwendung der Röntgenstrahlung in der Therapie[1]) eine erhebliche Vereinfachung erzielen, sobald einmal der Strahlungstypus von einigen Strahlungen mit bekannter biologischer Wirkung festgestellt ist. Dann lassen sich für jede Strahlungszusammensetzung allgemein gültige Tabellen für die Dosis in verschiedenen Gewebstiefen aufstellen, so daß aus der Kenntnis der Werte für w, m, h die biologische Wirkung einer Strahlung sofort erschlossen werden kann. Die neue Methode bietet ferner die Möglichkeit, daß bestimmte günstige Resultate von Bestrahlungen, welche in einer Klinik erreicht worden sind, in anderen Kliniken ebenfalls leicht gewonnen werden können, wenn die Strahlungszusammensetzung durch Angabe der Werte für w, m, h mitgeteilt wird.

Zusammenfassung: Nach einem einleitenden Überblick über die bisherigen Methoden zur Messung der Intensität und Härte wird eine auf dem Prinzip der Sekundärstrahlungserregung beruhende photographische Methode zur Untersuchung der Zusammensetzung von Röntgenstrahlungen angegeben und sodann eine quantitative Ausgestaltung dieses Verfahrens unter Benutzung einer Ionisationsmeßmethode beschrieben. An zahlreichen Beispielen wird die Anwendung der Methode zur Untersuchung der Einflüsse der Betriebsweise auf die Zusammensetzung der erzeugten Strahlung erläutert und nachgewiesen, daß die neue Meßmethode eine einfache Klassifikation aller Röntgenstrahlungen liefert und dadurch erhebliche Vereinfachungen auf dem Gebiet der Diagnostik und Therapie in Aussicht stellt.

Die Möglichkeit, daß diese Untersuchungen trotz schwierigerer, äußerer Verhältnisse ausgeführt werden konnten, verdanke ich Herrn Professor von Koch, welcher mir stets in reichem Maße fördende Unterstützung zuteil werden ließ.

Physikalisches Institut der Technischen Hochschule Stuttgart.

[1]) Die Vorteile, welche die photographische Methode (siehe diese Zeitschrift XXIV, 101) für die Ermittlung der Tiefendosis usw. bietet, besitzt die Ionisationsmethode in erhöhtem Maß. Das Verhältnis der vom Elektroskop gelieferten Werte für h bei zwei Strahlungen gibt z. B sofort an, um wieviel die zur Erreichung gleicher Tiefendosis erforderliche Bestrahlungszeit bei der ersten Strahlung größer oder kleiner ist als bei der zweiten Strahlung.

Aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Charlottenburg.

Über Radiumpräparate: die Gefahr ihrer Beschädigung und deren Verhütung.

Von

H. Geiger.

Die Verwendung von Radium- und Mesothorpräparaten für medizinische Zwecke hat in den letzten Jahren außerordentlich zugenommen. Die Werte, die in Form von radioaktiven Präparaten sich in Deutschland in Kliniken und in den Händen von Privatärzten befinden, sind recht beträchtlich. Bei der Kostbarkeit des Materials liegt es im allgemeinen Interesse, die Präparate auch bei dauernder Inanspruchnahme vor Verlust oder Beschädigung zu bewahren. Trotz der vielen Sorgfalt, die unzweifelhaft hierauf verwandt wird, kommen, wie der Reichsanstalt durch ihre Prüftätigkeit bekanntgeworden ist, Beschädigungen, die einen erheblichen Substanzverlust zur Folge haben, immer wieder vor und auch voller Verlust von Präparaten ist keine Seltenheit.

Der Zweck dieser Zeilen ist es, einige Anhaltspunkte dafür zu geben, wie Verlust und Beschädigung nach Möglichkeit vermieden werden können, bzw. wie man am zweckmäßigsten verfährt, wenn ein Radiumpräparat durch Bruch zu Schaden gekommen ist. Es ist kein Zweifel, daß in manchen Fällen mit etwas Erfahrung in der technischen Behandlung von Radiumpräparaten viel wertvolles Material hätte erhalten werden können.

Das Radium bzw. Mesothorsalz ist bei den zurzeit in Gebrauch befindlichen Präparaten meist in sehr kleine und dünnwandige Glasröhrchen eingeschmolzen. Gerade dies ermöglicht eine vielseitige Verwendung der Präparate in der medizinischen Praxis. Ist das Einschmelzen des Salzes von sachkundiger Hand ausgeführt, so besteht keine Gefahr, daß das Röhrchen, wie oftmals behauptet wird, von selbst zerspringen könnte. Gegen Stoß und Druck ist es aber bei seiner geringen Wandstärke naturgemäß sehr empfindlich. Schon das Herabfallen auf den Fußboden kann zum Bruche führen. Es ist daher bei Präparaten, die dauernd in Gebrauch sind, entschieden anzuraten, das Glasröhrchen in ein dünnwandiges, $^1/_{10}$ bis $^2/_{10}$ mm starkes Silberröhrchen einzuschließen und dieses zu verlöten oder besser zu verschrauben. Die für viele Zwecke erforderlichen Filter werden dann so hergestellt, daß das Silberröhrchen sich in diese leicht einführen bzw. herausnehmen läßt. Der durch das Silber bedingte Strahlungsverlust ist für die γ-Strahlen unerheblich und beträgt bei $^1/_{10}$ mm Dicke etwa 0,4 %, für die β-Strahlen dagegen über 50 %. Die α-Strahlen werden bekanntlich schon in dem dünnen Glasrohr vollständig absorbiert. Bei der geringen Wandstärke des Silberröhrchens kann allerdings durch stärkeren Druck das Glasröhrchen im Inneren immerhin noch zerbrochen werden, aber das Salz selbst bleibt erhalten und eine Umfüllung kann dann von sachkundiger Hand nahezu ohne Substanzverlust ausgeführt werden. Immerhin ist anzuraten, sich des öfteren von dem unverletzten Zustand des äußeren Röhrchens zu überzeugen und namentlich darauf zu achten, ob die Lötstellen durch den Gebrauch gelitten haben.

Bei der Kleinheit der Präparate und der Art ihrer Verwendung in der Heilkunde ist auch mit einem Verlust der ganzen Röhrchen zu rechnen. Vielfach werden daher die mit einer Öse versehenen Röhrchen an dünne Kettchen gehängt, die während der Bestrahlung in geeigneter Weise an dem Körper befestigt werden. Ist trotzdem ein Röhrchen durch Unachtsamkeit abhanden gekommen, so gibt oftmals die Strahlung des Präparats, die sich mit dem Elektroskop auch auf größere Entfernung noch nachweisen läßt, einen geeigneten Weg zu dessen Wiederauffindung. In einer englischen Klinik hat sich der Fall ereignet, daß ein Radiumpräparat zusammen mit verbrauchter Verbandwatte versehentlich in den Müllkasten gelangt war und von dort bereits seinen Weg nach den Schuttablagerungsstellen außerhalb der Stadt genommen hatte. Der Müll lag dort in etwa kubikmetergroßen Haufen und jeder Ver-

such, das Röhrchen durch direktes Absuchen wieder zu finden, wäre wohl ergebnislos verlaufen. Durch das Elektroskop konnte jedoch bald der Haufen, in dem sich das Präparat befand, festgestellt werden; eine Unterteilung des Haufens und weitere Absuchung mit dem Elektroskop führte dann zur Wiederauffindung des Röhrchens. In einem anderen Falle wurde altes Verbandmaterial, in dem sich unbemerkterweise noch ein Glasröhrchen mit Radium befand, in einem Ofen verbrannt. Mit dem Elektroskop konnte nachgewiesen werden, daß tatsächlich alles Radium noch in der Asche enthalten war, aber eine Wiedergewinnung des Radiums in einer für medizinische Zwecke geeigneten Form war in Anbetracht der großen Aschenmenge nur mit beträchtlichen Kosten möglich. In diesem Falle hätte die Verwendung einer silbernen Schutzhülse wahrscheinlich das Präparat gerettet.

Ist aber trotz aller Vorsichtsmaßregeln ein Radiumröhrchen zerbrochen worden, so muß in erster Linie dafür gesorgt werden, daß das Radium sich nicht noch weiter verteilt. Man vermeide jeden Luftzug und decke die Reste des Präparats und die ganze Umgebung sofort mit einer großen photographischen Schale oder dergleichen ab. Dann beschaffe man sich einen kleinen Pinsel und ein dünnes Blech, am besten Aluminium, aus dem man sich ein kleines Schäufelchen verfertigt. Mit dem Pinselchen kehrt man nun die Hauptmasse des Salzes und die Reste des Röhrchens auf das Schäufelchen und bringt sie von diesem in ein Reagenzröhrchen, das man nicht größer wählt als unbedingt nötig. Das Einfüllen führt man am besten über einer sauberen Porzellanschale aus. Die auf weitere Entfernung verstäubten Radiumkörner, die sich beim Aufkehren doch mit größeren Verunreinigungen vermischen, füllt man in ein zweites Röhrchen. Eine Verteilung in dieser Weise hat den Zweck, daß man das konzentrierte Salz im ersten Röhrchen im allgemeinen sofort wieder zur Herstellung eines neuen Präparats verwenden kann, während stark verunreinigtes Radium erst nach einer kostspieligen chemischen Behandlung wieder für medizinische Zwecke verwendungsfähig wird. Die mit den Radiumresten gefüllten Reagenzröhrchen schmilzt man zu oder verschließt sie mit einem gut passenden Gummistopfen. Von der Verwendung eines Korkes ist abzuraten. Nach den üblichen Methoden, welche auf der Messung der γ-Strahlung beruhen, läßt sich nunmehr feststellen, wieviel von dem Radium gerettet wurde.

Läßt sich nach einem Unglücksfall nicht erkennen, wo die Hauptmenge des Radium liegt oder ist das Radiumsalz auf einen größeren Umkreis verstäubt worden, so gibt der Zinksulfidschirm ein vorzügliches Mittel an die Hand, sich Klarheit zu verschaffen. Man wartet die Dunkelheit ab und sucht nun mit dem Schirm, Schichtseite nach unten, mit gut ausgeruhtem Auge den Boden ab. Auch die kleinsten Radiumkörnchen machen sich durch das Aufleuchten des Schirmes sofort bemerkbar. Der Zinksulfidschirm soll aus einer mindestens 5 cm $\times$ 5 cm großen Glasplatte bestehen, auf die in dünner Schicht sogenanntes phosphoreszierendes Zinksulfid aufgetragen ist. Bariumplatincyanür wäre für den vorliegenden Fall ganz ungeeignet, da es nur auf β- und γ-Strahlung anspricht, nicht aber auf die bei einem offenen Präparat besonders wirksame α-Strahlung. Man achte darauf, daß der Zinksulfidschirm nicht durch direkte Berührung mit dem Radium selbst aktiv wird, da dadurch seine weitere Verwendbarkeit sehr in Frage gestellt wäre. Bei Anwendung eines Zinksulfidschirmes wird es gelingen, die einzelnen Radiumkörner zu sammeln, ohne allzuviel Verunreinigungen mitzubekommen.

Das mit der Anwendung der Radiumpräparate betraute Personal wird am besten dahin instruiert, bei einem Bruche eines Röhrchens, der ja trotz aller Vorsichtsmaßregeln immer im Bereich der Möglichkeit liegt, an der Unglücksstelle zunächst nichts vorzunehmen, sondern nur die Reste des Präparats und alle möglicherweise von dem Radium betroffenen Gegenstände, wie Verbandsmaterial, gut abzudecken, am besten mit Glasglocken oder großen Schalen. Erst an Hand der hier gegebenen Erfahrungen ist dann das Sammeln des Salzes in Angriff zu nehmen. Ist das nötige Handwerkzeug nicht sofort erreichbar oder fehlt es an einer für diese Arbeit geeigneten Persönlichkeit, so lasse man das Salz lieber einige Tage gut abgedeckt am Boden liegen, als mit unzweckmäßigen Mitteln ein Aufsammeln zu versuchen.

Neue Eigenschaften der Röntgenstrahlung.

Von

J. E. Lilienfeld.

A. Die Strahlungen des Brennflecks.

Der Brennfleck einer Röntgenröhre sendet drei verschiedene Strahlungsarten aus:

1. Eine *Wärmestrahlung*. Diese rührt von der einfachen Erhitzung des Metalles infolge des Aufprallens der Kathodenstrahlen her. Bei den gebräuchlichen Dauerbelastungen einer wassergekühlten Antikathode ist das Metall im Brennflecke bei weitem noch nicht so hoch erhitzt, daß die Wärmebestrahlung in Form einer Glut sichtbar würde. Erst bei sehr hohen Belastungen, die der Röhre nur für ganz kurze Zeiten zugemutet zu werden pflegen, glüht das Metall im Brennflecke sichtbar auf.

2. Ein *graublaues Licht*, welches für das Auge selbst bei geringer Belastung der Antikathode die Auftreffstelle der Kathodenstrahlen sichtbar kennzeichnet, freilich nicht sehr lichtstark ist und bei hoher Belastung des Brennfleckes durch das dann auftretende, unter 1 erwähnte Aufglühen übertönt zu werden pflegt.

3. Die *Röntgenstrahlung* selbst. Diese erweist sich gemäß ihrer spektralen Zerlegung als aus Spektrallinien und einem kontinuierlichen Hintergrund bestehend. Die Spektrallinien stellen die charakteristische Eigenstrahlung der Atome der Antikathode dar. Der kontinuierliche Hintergrund aber hängt nicht nur vom Metall der Antikathode, sondern in erster Linie von den Entladungsbedingungen (Spannung, Stromstärke usw.) ab. Er wird meistens das „Bremsspektrum" genannt, obwohl — wie aus folgendem ersichtlich — eine Gleichsetzung der beiden Begriffe ungerechtfertigt ist.

Über die unter 1 genannte Strahlung ist nichts Besonderes zu sagen. Sie ist nicht anders beschaffen, als etwa die Strahlung des auf eine gleiche Temperatur erhitzten Glühfadens einer Glühlampe. Sie weist keinerlei Polarisationserscheinungen auf und besitzt das allgemein bekannte Temperaturspektrum.

Hingegen ist über die unter 2 und 3 erwähnten Strahlungen hier neues zu berichten.

B. Das graublaue Licht.

Diese unter 2 beschriebene Erscheinung ist bisher ziemlich unbeachtet geblieben. Wenn man einen Physiker nach ihrer Beschaffenheit gefragt hätte, hätte er wahrscheinlich geantwortet, dieses Leuchten stamme von den Gasresten her und dürfte dementsprechend vermutlich ein diskontinuierliches Spektrum aufweisen. Eine Untersuchung der Erscheinung ist jedenfalls allein schon deshalb früher nicht bewerkstelligt worden, weil die meisten Röntgenröhren mancherlei anderes Licht aussenden. — So leuchtet der Gasinhalt der Röhre unter dem Einfluß der Entladung auf, die Glaswand fluoresziert grün oder es wird das Auge durch das von einer Glühkathode ausgesandte Licht geblendet. Alle diese Leuchterscheinungen übertönen nicht nur das graublaue Licht im Brennflecke, sondern lassen es schwierig erscheinen, seine Strahlung von den verschiedenen anderen Licharten getrennt zu beobachten.

Mit Hilfe einer besonderen Form der bekannten von mir konstruierten Röntgenröhre gelang es mir kürzlich (Physik. Ztschr., Bd. 20, S. 280, 1919), die Umgebung des Brennfleckes so gut wie vollständig von jedem fremden Lichte freizumachen. Das Spektrum seiner sichtbaren Strahlung wurde mit Hilfe eines gewöhnlichen, wenn auch sehr lichtstarken Prismenspektrographen aufgenommen. Es ergab sich die überraschende Tatsache, daß das Spektrum ein absolut kon-

tinuierliches ist und den Charakter eines Temperaturspektrums außerordentlich hohen Wärmegrades besitzt. Letzteres ist daraus zu schließen, daß das Intensitätsmaximum jedenfalls weiter im kurzwelligen Teile des Spektrums liegt, als ein mit gewöhnlicher Glasoptik versehener Spektralapparat es zu erforschen gestattet. Auch die graublaue Farbe des Lichtes weist auf eine außerordentlich hohe Temperatur hin. Eine Angabe über ihre Höhe dürfte demnächst auf Grund einer im Gange befindlichen Untersuchung gemacht werden können, die ich gemeinsam mit Dr. Rother ausführe.

Da das graublaue Licht mit der unter 1 genannten Wärmestrahlung des Brennfleckes nichts Gemeinsames hat, und auf eine Wärmebewegung innerhalb des Metalls nicht zurückgeführt werden kann, habe ich als Strahler eine im geringsten Abstand vor dem Antikathodenspiegel liegende Schicht angesprochen. Andererseits habe ich einer solchen Schicht seit einer Reihe von Jahren die Aussendung mindestens eines erheblichen Teiles der kontinuierlichen Röntgenstrahlung zugeschrieben. Deshalb äußerte ich den Gedanken, daß beide Strahlungen verschiedene Gebiete eines und desselben umfangreichen zusammenhängenden Spektrums darstellen, also von einem und demselben Schwingungsvorgang herrühren. Nun enthält den von mir vor zweieinhalb Jahren mitgeteilten und gedeuteten Aufnahmen[1]) zufolge die Röntgenstrahlung einen recht erheblichen derartig polarisierten Anteil, daß sein elektrischer Vektor parallel zur Brennfleckebene schwingt. Wenn das graublaue Licht des Brennfleckes also dem nämlichen Schwingungsvorgang wie die Röntgenstrahlung entstammt, so muß es unbedingt zum mindesten einen Strahlungsanteil enthalten, der ebenso polarisiert ist.

Diese meine Schlußfolgerung wurde durch den Versuch in einem viel höheren Maße bestätigt, als von vornherein zu erwarten war. Eine optische Untersuchung des graublauen Brennflecklichtes, die demnächst gleichzeitig mit der in Aussicht gestellten Temperaturbestimmung von mir gemeinsam mit Dr. Rother eingehend veröffentlicht werden soll, erwies, daß nicht nur ein Strahlungsanteil, sondern die gesamte Strahlung derartig polarisiert ist, daß der elektrische Vektor parallel zur Brennfleckebene schwingt. Und zwar unabhängig davon, welchen Winkel diese Ebene mit der Kathodenstrahlrichtung bildet.

C. Die kontinuierliche Röntgenstrahlung.

Die Zurückführung des graublauen Brennflecklichtes und der Röntgenstrahlung auf einen gemeinsamen Strahler läßt es möglich erscheinen, manche Frage, die man an die kontinuierliche Röntgenstrahlung zu stellen hätte, und die bei der Eigenart dieser Strahlung sich experimentell schwer oder gar nicht untersuchen ließe, am graublauen Licht zu beantworten und das Ergebnis auf die Röntgenstrahlung zu übertragen. Eine solche Methode empfiehlt sich in allererster Linie, wenn es sich darum handelt, den Polarisationszustand der Röntgenstrahlung zu ergründen.

Meine obenerwähnte Beobachtung, daß ein Teil der Röntgenstrahlung parallel zur Brennfleckebene polarisiert ist, war einem besonderen Umstand zu verdanken, der ausschließlich am Rande von besonders geformten Brennflecken auftritt. Und zwar dem Umstand, daß hier die Strahlung nicht nur in der erwähnten Weise, sondern außerdem noch so polarisiert ist, daß der elektrische Vektor stets radial zum Mittelpunkt des Brennfleckes schwingt. Ob auch in den anderen inneren Teilen des Brennfleckes, in welchen der Schwingungsvorgang nicht in einem so hohen Grade geordnet ist, wie am Rande, die Röntgenstrahlung ebenso restlos wie das graublaue Licht polarisiert ist, dürfte kaum in vollem Umfange festgestellt werden können. Die Untersuchung der sichtbaren Strahlung ergibt aber mit Wahrscheinlichkeit, daß die kontinuierliche Röntgenstrahlung wenigstens zum Teil, nämlich sofern sie von der dem Brennfleck vorgelagerten Schicht emittiert wird, in der gesamten Brennfleckoberfläche ebenso wie das graublaue Licht parallel zur Brennfleckebene polarisiert ist.

[1]) Ber. d. math. phys. Klasse d. Kgl. Sächs. Akad. Leipzig, Bd. LXIX, S. 45ff., Januar 1917.

Besonders hervorzuheben ist, daß dieser Schluß für andere, etwa vorhandene nicht dem gleichen Schwingungsvorgang in der Schicht entstammende Anteile der Röntgenstrahlung ungültig wäre. Er wäre also beispielsweise für die „Bremsstrahlung" ungültig, vorausgesetzt, daß eine solche im eigentlichen Sinne des Wortes außer der „Schicht"strahlung bestünde. Die Bremsstrahlung muß vielmehr — im Falle der Bremsung „in einem Zuge" (Sommerfeld) und eines quantenhaften Umsatzes der gesamten Elektronenenergie — vollständig und bekanntlich derart polarisiert sein, daß der elektrische Vektor parallel zur Kathodenstrahlrichtung schwingt. Wird das Elektron aber auf einem „Zickzack-Wege" abgebremst und ein Teil seiner Energie in Wärme umgesetzt[1]), dann kann höchstens ein Teil der Bremsstrahlung im letztgenannten Sinne polarisiert sein, während der Rest der Strahlung unpolarisiert sein muß. Keinesfalls kann aber eine vom Abbremsungsvorgang herrührende Strahlung parallel zur Brennfleckebene polarisiert sein. Daraus folgt die Berechtigung der im Abschnitt A unter 3 gemachten Bemerkung, daß es unzulässig sei, die gesamte kontinuierliche Röntgenstrahlung einfach als „Bremsstrahlung" zu bezeichnen. Die gegenwärtige Sachlage ist vielmehr die, daß der strenge Beweis für die Existenz einer Bremsstrahlung überhaupt erst erbracht werden müßte. Hingegen kann es keinem Zweifel unterliegen, daß zum mindesten ein sehr erheblicher Teil der kontinuierlichen Röntgenstrahlung keine Bremsstrahlung ist, vielmehr einem regelrechten Schwingungsvorgang innerhalb der dem Brennfleck vorgelagerten Schicht entstammt.

D. Physikalische Folgerungen.

a) Eine experimentelle Bemerkung.

Wird das graublaue Licht vom nämlichen Strahler wie die Röntgenstrahlung emittiert, so muß der Brennfleck sämtliche Wellenlängen vom Infrarot bis zum Röntgengebiete mit erheblicher Energie ausstrahlen. Er dürfte also eine sehr wohl praktisch in Frage kommende Quelle beispielsweise für die Strahlung derjenigen Wellenlängen sein, die sich unmittelbar an das ultraviolette Gebiet anschließen, zurzeit aber noch nicht beobachtet werden konnten. Die Frage, ob die betreffenden Gebiete der Brennfleckstrahlung praktisch im Laboratorium werden verwertet werden können, ist lediglich Frage nach einem aus entsprechend durchlässigem Stoffe bestehenden, an der Röhre anzubringendem Fenster oder nach der Möglichkeit, die gesamte Spektralanordnung im Röhrenkavum selbst anzubringen.

b) Gedanken allgemeiner Art.

Die Frage nach der Beschaffenheit der dem Brennflecke vorgelagerten, die Strahlung aussendenden Schicht wurde absichtlich in den vorausgegangenen, mehr über das handgreiflich Experimentelle berichtenden Abschnitten nicht berührt. Nunmehr soll einiges darüber gesagt werden.

Einer jeden Metallfläche ist eine dichte Atmosphäre von Elektrizitätsträgern vorgelagert, deren Dicke so groß ist, daß sie mit Hilfe der Interferenzen sichtbaren Lichtes gemessen werden kann (Rother). Deshalb ist es beispielsweise durchaus nicht erforderlich, zwei Metallflächen dicht aneinanderzupressen, um einen guten stromleitenden Kontakt herzustellen. Es genügt vielmehr vollständig, die Metallflächen auf einen meßbaren Abstand einander zu nähern, so daß die sie umgebenden Wolken geladener Teilchen ineinandergreifen. Es entspricht demnach durchaus den herrschenden Anschauungen, wenn ich zu der Vorstellung greife — (wie es bereits in meiner letzten Publikation geschehen ist) — daß beide Strahlungen, sowohl das graublaue Brennflecklicht als auch die Röntgenstrahlung, einer Temperaturbewegung innerhalb

[1]) Das wurde ursprünglich von Sommerfeld für unwahrscheinlich erklärt, muß aber als bestehend angenommen werden (Webster), wenn nicht anders die Bremstheorie in gröbsten Widerspruch mit den einfachsten Erfahrungstatsachen geraten soll.

einer solchen Wolke entstammen, einer Temperaturbewegung, die durch den Aufprall der Kathodenstrahlen aufrecht erhalten wird. In bester Übereinstimmung mit dieser Auffassung ist die bekannte Tatsache, daß das kontinuierliche Röntgenspektrum durchaus den Charakter eines Temperaturspektrums hat.

Vergegenwärtigt man sich, daß die Kathodenstrahlelektronen bei den gebräuchlichen Röntgenröhren in einer verhältnismäßig großen Entfernung voneinander — im Durchschnitt mehr als 0,01 mm — im Brennfleck auftreffen, so liegt der folgende anschauliche Vergleich nahe. Die dem Brennfleck vorgelagerte Atmosphäre bildet eine Art wärmeleitender und wärmestrahlender Platte, welche auf dem sehr gut wärmeleitenden Antikathodenspiegel aufliegt. Diese Platte wird in einzelnen, zahlreichen, aber ziemlich weit voneinander entfernten Punkten — entsprechend den Auftreffpunkten der einzelnen Kathodenstrahlelektronen — auf eine hohe Temperatur erhitzt. Es ist klar, daß die resultierende Temperaturverteilung um so gleichmäßiger, das Energiemaximum des von der Platte ausgestrahlten Spektrums um so mehr nach der kurzwelligen Spektrumsgrenze verschoben sein wird, je dichter die Erhitzungspunkte aneinanderliegen[1]).

Es sind nun von mir vor wenigen Jahren Messungen veröffentlicht worden, die das Vorhandensein eines analogen Effektes in der Röntgenstrahlung nachweisen. Bei konstanter an die Röhre angelegter Spannung steigt nämlich die mittlere Strahlungshärte ganz erheblich mit zunehmender Elektronendichte im Brennflecke an. Die Bremsstrahlentheorie bietet keine Erklärungsmöglichkeit für diese Tatsache, ebensowenig wie für den beschriebenen Polarisationszustand. Hingegen läßt die Zurückführung der Strahlung auf einen Schwingungsvorgang innerhalb der Schicht einen Anstieg der Strahlenhärte mit zunehmender Elektronendichte ohne weiteres verständlich erscheinen.

Der beobachtete Polarisationszustand der Strahlung kann freilich daraus, daß man sich eine in der leitenden Atmosphäre vor der Metalloberfläche stattfindende Schwingung vorstellt, nicht ohne weiteres abgeleitet werden. Die bisherige Annahme enthält in der Tat keine ordnende Ursache, welche alle anderen Schwingungsrichtungen außer den parallel zur Brennfleckebene liegenden unmöglich machen würde. Eine solche Ursache kann in nichts anderem als in einem K r a f t f e l d bestehen, welches schon allein deshalb vorhanden sein muß, um es zu bewirken, daß die in der Schicht einer außerordentlich lebhaften Bewegung unterworfenen Elektrizitätsträger sich in Wirklichkeit nicht vom Brennfleck losreißen. Letzteres folgt daraus, daß Erhitzungen bzw. Fluoreszenzerscheinungen an der Glaswand ausbleiben.

Ich habe bereits am Anfang des Jahres 1914 zur Erklärung der Abwesenheit der grünen Fluoreszenz der vorderen Röhrenkugel bei den Hochvakuumröntgenröhren die Annahme einer D o p p e l s c h i c h t[2]) als Trägerin des Kraftfeldes eingeführt und diese Annahme in zahlreichen seither erschienenen Arbeiten[3]) von verschiedenen Seiten beleuchtet und gestützt. Die Belegungen der Doppelschicht liegen der Fläche des Brennflecks parallel. Ihr Abstand ist höchstens von der Größenordnung einiger μ anzunehmen, ist aber möglicherweise viel kleiner. Der gesamte Potentialabfall in der Schicht muß aber so bemessen sein, daß die schnellsten, die Geschwindigkeit der primären Kathodenstrahlen besitzenden Elektronen den Brennfleck nicht verlassen können.

Tatsächlich beobachtet man denn auch in Übereinstimmung mit der Schwingungsrichtung der das polarisierte Licht emittierenden Ladungen, daß aus dem Brennflecke sekundäre Kathoden-

---

[1]) Wird die zugeführte Energie unabhängig von dem gegenseitigen Abstand der Erhitzungspunkte konstant gehalten, dann steigt mit abnehmendem Abstand auch die Höchsttemperatur. Ob nun die Analogie soweit geht, daß dementsprechend auch die kürzeste Grenzwellenlänge des Röntgenspektrums abnimmt, muß zurzeit dahingestellt bleiben.

[2]) Die Doppelschicht dürfte aber auch in der ursprünglichen „gashaltigen“ Röntgenröhre vorhanden sein, mit dem einzigen Unterschied, daß sie hier als durch den Ionisationsvorgang der Gasreste an zahlreichen Punkten durchbrochen vorgestellt werden muß.

[3]) vgl. z. B. diese Fortschritte, Bd. 23, S. 383.

strahlen nicht anders als tangential zur Brennfleckoberfläche austreten. Das habe ich an Hand von Fluoreszenzerscheinungen des öfteren, zum ersten Male im Jahre 1914, beschrieben.

Dem Physiker würde zurzeit am nächsten der Gedanke liegen, daß die der Brennfleckfläche vorgelagerte leitende Wolke aus negativen Elektronen besteht, und daß diese Elektronen die Träger des Schwingungsvorganges sind. Unter dieser Annahme — die jedoch durchaus nicht die einzig mögliche ist — hätte man sich die Beschaffenheit der Schicht am Brennfleck so zu denken, daß parallel zu der positiv aufgeladenen Antikathodenfläche zunächst die negative, dann die positive Belegung der Schicht folgt. Die negativen Elektrizitätsträger würden sich dementsprechend zwischen zwei positiv aufgeladenen Flächen befinden. Es sei an dieser Stelle nur flüchtig auf die Möglichkeit hingewiesen, diese Vorstellung so auszubauen, daß den Elektronen keine andere Freiheit bleibt als sich parallel zur Brennfleckoberfläche zu bewegen, also auch nicht anders zu schwingen. Daraus würde aber auch in greifbarer Weise eine Erklärung für die beschriebene Tatsache folgen, daß die Röntgenstrahlung bei präzise geformten Brennflecken am Rande des Brennfleckes radial zu seinem Mittelpunkte in der Brennfleckebene polarisiert ist.

Es könnte nun die Frage nach der Natur der positiven Elektrizitätsträger aufgeworfen werden, welche die von der Antikathode abgekehrte Belegung bilden. Diese Frage kann hier nicht näher behandelt werden. Es sei nur kurz angedeutet, daß am Brennfleck fraglos eine sehr große Elektronendichte besteht. Daß ferner meinen seit dem Jahre 1907 angestellten Untersuchungen über die Entladung im Hochvakuum zufolge stets, wenn die Elektronendichte einen bestimmten Wert übersteigt, unabhängig von den Gasresten selbst im höchsten Vakuum der negativen Raumladung ein gleicher Betrag an positiver Ladung gegenübertritt, so daß die durchschnittliche Raumladung gleich Null wird. Diese positive Ladung kann im vorliegenden Falle sehr wohl als auf dem positiven Beleg der Doppelschicht ausgebreitet gedacht werden, zumal sie sich im elektrischen Feld ohne weiteres in der bei der Doppelschicht angenommenen Weise anordnen muß. Ob und wie auch positive Ladungsträger, welche schwingen und strahlen, vorhanden sind — das zu entscheiden bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Zum Schluß sei noch kurz der Umstand berührt, daß die von einem Schwingungsvorgang innerhalb der beschriebenen Schicht abzuleitende Strahlung ohne weiteres als kohärent gedacht werden kann. Bekanntlich ist die kontinuierliche Röntgenstrahlung in Wirklichkeit fähig, Interferenzen selbst höherer Ordnungen zu bilden. Hingegen ist eine eigentliche Bremsstrahlung kohärent nur unter ganz besonderen, mit dem Wesen des bremsenden Atoms so innig verknüpften Annahmen denkbar[1]), daß man nicht versteht, wie unter solchen Annahmen etwas anderes als die charakteristische Eigenstrahlung des Atoms entstehen soll. Demnach würde auch das Bestehen einer Kohärenz der kontinuierlichen Röntgenstrahlung besser aus der Annahme eines Schwingungsvorgangs in der Schicht als aus der Annahme eines Bremsvorgangs abgeleitet werden können.

Zusammenfassung.

Es wird eine neue Klassifikation der Brennfleckstrahlungen gegeben.

Für die *sichtbare graublaue Strahlung* wird — ebenfalls neu und hier zum ersten Male — die Tatsache mitgeteilt, daß sie restlos parallel zur Brennfleckebene (und unabhängig von dem Auftreffwinkel der Kathodenstrahlen) linear polarisiert ist. Ferner, daß sie ein kontinuierliches Spektrum besitzt, welches demjenigen eines auf äußerst hohe Temperatur erhitzten festen Körpers sehr ähnlich ist.

---

[1]) Nämlich indem man annimmt, daß der Kathodenstrahl Atomelektronen aus einem Ring in den nächstfolgenden stößt, wobei die „Bremsstrahlung" emittiert wird (Rutherford). Dieser Vorstellung gemäß wäre eher die charakteristische Eigenstrahlung „Brems"-Strahlung zu nennen als der kontinuierliche Teil des Röntgenspektrums.



Für die *Röntgenstrahlung* sind die nämlichen Eigenschaften nachgewiesen, nur daß bei ihr der gedachte Polarisationszustand aus Gründen experimenteller Natur vorläufig lediglich in der Außenzone besonders geformter Brennflecke photographiert werden konnte.

Diese Tatsachen stützen die von mir bereits früher aufgestellte Behauptung, daß beide Strahlungen — die Röntgenstrahlung zum mindesten in dem Umfang, in welchem ihre obige Polarisation festgestellt ist — von ein und demselben Schwingungsvorgang ausgesandt werden, welcher in der von mir seit 1914 angenommenen Doppelschicht im Brennfleck stattfindet. Somit ist zum mindesten ein Teil der Röntgenstrahlung keine Bremsstrahlung, muß vielmehr auf einen regelrechten Schwingungsvorgang zurückgeführt werden. Auch letzteres wurde an Hand anderer Beobachtungen schon früher wiederholt von mir behauptet.

Über die Struktur der Doppelschicht und die Art des in ihr stattfindenden Schwingungsvorgangs werden einige Angaben gemacht.

Leipzig, Physikalisches Institut der Universität, den 20. Juli 1919.

H. E. Schmidt †.

Am 16. März 1919 starb unerwartet Dr. H. E. Schmidt, einer der Vorkämpfer der Röntgentherapie.

H. E. Schmidt wurde am 25. I. 1874 zu Berlin geboren und widmete sich nach Absolvierung des Gymnasiums dem Studium der Medizin. Im Jahre 1900 promovierte er in Göttingen mit einer Arbeit über die Lehre der Leukämie, danach trat er als Assistent von Lesser in die Hautklinik der Berliner Universität ein, wo er bis zum Jahre 1908 tätig war. Er richtete hier die Strahlenabteilung ein, die er bis zu seinem Austritt aus der Klinik leitete. Unterdes hatte er sich in Berlin als Spezialarzt für Hautkrankheiten und Strahlenbehandlung niedergelassen. Während des Krieges war er als Landsturmarzt in Berlin, Stargardt, Wustermark und Brüssel tätig und zwar wurde ihm in den Lazaretten die Leitung der Haut- und Geschlechtsstationen übertragen. Erst $^1/_4$ Jahr vor seinem Tode kehrte er aus Brüssel zurück. H. E. Schmidt war einer der erfahrendsten und eifrigsten Röntgentherapeuten. In etwa 90 Arbeiten hat er sich besonders mit Untersuchungen über Licht- und Röntgentherapie befaßt. Kein Fortschritt auf diesem Gebiete wurde getan, ohne daß Schmidt schnell dazu Stellung nahm und mit kritischem Blick die Vor- und Nachteile abwog. Gerade diese sachliche Kritik, die ihn von urteilslosem Enthusiasmus fern hielt, charakterisiert seine wissenschaftliche Arbeit und verhalf ihm zu seinen praktischen Erfolgen. Dieses Fernhalten von Übertreibungen erwarb ihm das Vertrauen seiner Kollegen. Schmidt hat mit die größte Erfahrung auf dem Gebiete der Oberflächentherapie besessen, der er sich bereits vier Jahre nach Entdeckung der Röntgenstrahlen speziell widmete. Schon im Jahre 1904 ließ er ein Kompendium der Röntgentherapie erscheinen, das jetzt in der fünften Auflage vorliegt und auch ins Japanische übersetzt worden ist. Seine röntgentherapeutischen Forschungen erstreckten sich auf alle interessanten Fragen, insbesondere auf die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Haut, auf die Drüsen, auf Embryonen und Tumoren. Besonders wertvolle Arbeiten lieferte er über die Bestrahlungstechnik und über Dosierungsfragen; er nahm auch das Wort zu den Spätschädigungen, zur forensischen Beurteilung von Röntgenschädigungen und zu den neueren Forschungen über die Entwicklung der Röntgenröhre, insbesondere der sogenannten gasfreien Röhre. In der letzten Zeit widmete er auch der Diathermiebehandlung seine Aufmerksamkeit und veröffentlichte eine Reihe von Arbeiten darüber, die sich wiederum durch sachliche Kritik auszeichnen. Kurz, es entging ihm keine der vielen Anwendungen der elektro-magnetischen Schwingungen in der Medizin, die mit seinem Spezialgebiet in Zusammenhang stand.

H. E. Schmidt war ein liebenswürdiger Kollege von ruhigem, zurückhaltendem Wesen, das ihn besonders in der Diskussion auszeichnete. Sein Tod bedeutet einen schweren Schlag für die Röntgenwissenschaft.

Bucky.



Bücherbesprechungen.

Erich Marx: **Handbuch der Radiologie.** Bd. 5. 706 S. Leipzig, Akad. Verlagsgesellschaft m. b. H. 1919. Preis 65 M.

Von dem auf sechs Bände berechneten Handbuch ist nunmehr nach dem zweiten, dritten und vierten Band, die sämtlich in dieser Zeitschrift besprochen worden sind, auch der fünfte erschienen. Derselbe stellt sich uns in derselben schönen Aufmachung dar wie die früheren, was in gegenwärtiger Zeit schon einen großen Vorzug bedeutet. Der Band enthält: 1. „Die spezifische Ladung des Elektrons" von A. Bestelmeyer, 2. „Reflexion, Diffusion, Absorption, Sekundärstrahlung von Kathodenstrahlen von H. Starke, und 3. „Röntgenstrahlen" von Erich Marx, d. h. mit andern Worten: die ganze Physik der Kathoden- und Röntgenstrahlen, so daß er also für die Leser unserer Zeitschrift von ganz besonderer Wichtigkeit ist.

Der Verfasser des ersten Teiles, der die spezifische Ladung des Elektrons behandelt, hat nun schon darin einen glücklichen Griff getan, daß er die mathematischen Formeln, welche die Bewegung des Elektrons beherrschen, in einem besonderen Kapitel vorweg genommen hat, so daß er dann die verschiedenen experimentellen Ausführungen um so ungestörter durch mathematische Entwickelungen beschreiben kann. Manchmal wäre allerdings eine etwas größere Ausführlichkeit bei der Schilderung der betreffenden Apparate wünschenswert gewesen, denn aus der Abbildung eines Apparates allein, wie sie z. B. auf S. 27 und 28 gegeben ist, kann sich der uneingeweihte Leser schwerlich eine Vorstellung von der benutzten Methode machen. Hervorzuheben ist andererseits, daß die Ausführungen Bestelmeyers für eine eventuelle Neubestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons soviele wertvolle Winke enthalten, daß ein jeder, der sich in Zukunft auf diesem Gebiete betätigen will, diese Darlegungen unbedingt zu Rate ziehen muß.

Im zweiten Teil des Bandes gibt H. Starke zunächst in der Einleitung eine vorzügliche Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Forschung über die Kathodenstrahlen und deckt insbesondere auch die vielen Unklarheiten auf, die hier noch bestehen. Die Einteilung des Stoffes bei der näheren Ausführung des Themas scheint allerdings nicht besonders glücklich, da sie mehrfach zu Wiederholungen Veranlassung gibt. Auch wäre es wohl richtiger gewesen, nicht mit der Reflexion, sondern mit der Absorption der Strahlen zu beginnen, wie es ja auch der historische Gang der Entwicklung war. Im einzelnen zeichnen sich aber die Ausführungen des Verfassers durch große Klarheit aus.

Im dritten Teil des Buches ferner, der die Röntgenstrahlen behandelt, und der etwa dreiviertel des ganzen Bandes einnimmt, werden zunächst die gegenwärtigen theoretischen Anschauungen über die Entstehungsweise der Röntgen- und γ-Strahlen besprochen, und es wird auch im Anschluß daran dargelegt, inwieweit die Versuche mit der Theorie übereinstimmen. Dann folgt ein Kapitel über die technische Röntgenröhre, in dem allerdings mehrere, gegenwärtig kaum noch benutzte Röhrenmodelle gern hätten fehlen können. Im dritten Kapitel, das über Energie, Nutzeffekt und Zeitdauer der Röntgenstrahlung handelt, wird die Energie mehrfach versehentlich in cal/sec statt in cal angegeben, im übrigen sind aber die Darlegungen sachlich und zweckentsprechend. Dasselbe gilt von dem folgenden Kapitel, in welchem von der Polarisation der Röntgenstrahlen die Rede ist, das aber wohl richtiger schon im unmittelbaren Anschluß an das erste Kapitel gebracht worden wäre. Das fünfte Kapitel enthält sodann unter der Überschrift: „Die Natur der Ionisation durch Röntgenstrahlen" vor allem die berühmten Wilsonschen Versuche, durch die bewiesen wird, daß es nicht die Röntgenstrahlen selbst sind, die das Gas ionisieren, sondern erst die von ihnen im Gase erzeugten Kathodenstrahlen. Kapitel VI bringt sodann „Die Geschwindigkeitsmessung der Röntgenstrahlen", die ja recht eigentlich die Domäne des Verfassers ist, dessen Theorien aber selbst in dieser zusammenfassenden Darstellung noch recht kompliziert erscheinen, so daß man es wohl versteht, wenn seine Auffassungen nicht überall Anklang gefunden haben. Das siebente Kapitel ferner enthält die Streuung der Röntgenstrahlen, d. h. im wesentlichen die Untersuchungen Barklas und seiner Schüler, welche durch die von J. J. Thomson abgeleitete Beziehung zwischen Atomgewicht und Zahl der Elektronen im Atom ihre Krönung erhalten. Im achten Kapitel folgt die sekundäre Elektronenstrahlung, die ja besonders deswegen von Interesse ist, weil sich aus der Geschwindigkeit der erregten Elektronen die Wellenlänge der erregenden Röntgenstrahlen berechnen läßt. Das neunte Kapitel behandelt sodann die charakteristische Strahlung, die außer ihrer großen theoretischen Bedeutung auch noch deswegen von Wichtigkeit für den Röntgentechniker ist, weil auf sie die Härteskalen für Röntgenstrahlen nach dem Benoistschen System beruhen. Bei der Beschreibung dieser Skalen ist allerdings dem Verfasser insofern ein kleines Versehen unterlaufen, als er die sogenannte Benoist-Walter-Skala z. T. mit der eigentlichen Walter-Skala durcheinander geworfen hat. Sonst hat aber der Verfasser auch in diesem Kapitel — ebenso wie in den übrigen — das Beobachtungsmaterial mit großer Vollständigkeit zusammengetragen. In ganz besonderem



Maße gilt dies noch von dem letzten Kapitel des Buches, in dem von der Beugung und Interferenz der Röntgenstrahlen die Rede ist, und das schon durch seinen großen Umfang von 200 Seiten zeigt, mit welchem Interesse der Verfasser sich gerade diesem ja auch zweifellos wichtigsten Teil der Physik der Röntgenstrahlen gewidmet hat. Als besondere Unterabteilungen dieses reichhaltigen Kapitels seien nur die schöne Darstellung der Braggschen Arbeiten über die Kristallstruktur, ferner „die der Erschließung der Kristallstruktur mit Hilfe des allgemeinen Strukturfaktors" und endlich der Schlußabschnitt über die Spektralanalyse der Röntgenstrahlen erwähnt, mit welchem natürlich auch eine Schilderung der theoretischen Spekulationen über den Zusammenhang der Röntgenstrahlen mit dem Bau der sie aussendenden Atome verbunden ist, die ja gegenwärtig im Vordergrunde des Interesses stehen. Es sei deswegen auch noch besonders hervorgehoben, daß sich gerade diese Darstellung des Verfassers bis in die allerneueste Zeit hinein erstreckt. Walter (Hamburg).

G. Holzknecht: **Röntgenologie.** Eine Revision ihrer technischen Einrichtungen und praktischen Methoden. I. Teil: Fremdkörper, Verletzungen, chronische Eiterung. 1918. Berlin-Wien, Urban & Schwarzenberg. 576 Seiten mit 407 Textabbildungen. Preis: 54 Mark.

Als Mitarbeiter zeichnen an dem groß angelegten Werke: v. Eiselsberg, Eisler, Haudek, Kienböck, Lenk, Lilienfeld, Fr. Mayer, Odelga, Pordes, E. Sommer, O. Sommer, Wachtel und Weißenberg. Der II. Teil des Werkes ist im Druck und soll im Herbst dieses Jahres erscheinen.

Mit Genugtuung lesen wir die im Titel gebrachte Ovation für Röntgen seitens der Wiener Radiologen. Kein Sterblicher kann die Tatsache aus der Welt schaffen, daß der Gelehrte, der, solange die Erde steht, der ganzen leidenden Menschheit den größten Segen brachte, ein Deutscher ist. Vergessen wir das nie!

Das Vorwort ist blendend geschrieben. Jedem Satz allein ließe sich ein ganzes Kapitel beigeben. Probleme über Probleme sind aufgerollt, angedeutet, gestreift, mehr oder weniger ausgeführt oder auch nur zwischen den Zeilen zu finden. Treffend werden die wunderlich großen Differenzen in der Anwendung der Röntgenstrahlen an verschiedenen Instituten geschildert. Ich bedauere, den ganzen Abschnitt aus äußeren Gründen hier nicht wiedergeben zu können, der mit Erwähnung des öfteren Vorkommnisses schließt, daß von den behandelnden Ärzten in der Diskussion mit dem Röntgenologen im Falle des scheinbaren Zutreffens der klinischen Annahme die Qualität der Röntgenbilder gelobt, andernfalls die Hoffnung ausgesprochen wird, daß die Röntgenologie bald einen höheren Stand erklimmen werde. Die Ausstattung der Röntgenzimmer, der Betrieb in ihnen, die Personalfrage, die Methoden werden humorvoll glossiert. Die Forderung nach Zentrallaboratorien mit Krankenzimmern für Aufenthalte von 3 bis 6 Tagen wird immer und immer wieder aufgestellt.

Nur Neues oder Erneutes hat in dem Buche Platz gefunden. Zur Ökonomie des Röntgenverfahrens heißt es: „Ihre Kostspieligkeit ist ihrer Anwendung und Ausbreitung sowohl ein ernstliches Hindernis als auch widerspenstigen Ämtern ein erwünschter Anlaß zu fiskalischen Bedenken. Diese hindern auch die Durchführung größerer Pläne, während sich die gleich großen Ausgaben, im kleinen verzettelt, doch durchsetzen, wie jede Notwendigkeit." Hinsichtlich der Form sei der Versuch gemacht worden, der Darstellung röntgenologischer Themen eine bessere Gliederung und Übersichtlichkeit und eine größere Vollständigkeit wie bisher zu geben, sowohl was die Publikationen als auch die Röntgenbefunde betrifft. Der Verfasser bemängelt, daß man sonst bei Röntgenaufsätzen oft nur von einer Publikation von Ideen sprechen könne, während die Arbeit ihrer Durchführung den Lesern überlassen werde. „Solche Publikationen haben nur einen geringen Wert und ihren Autoren kommt nur ein geringes Verdienst zu. Dazu kommt, daß oft zahlreiche Forscher seit langem mit der Durchführung einer nicht ferne liegenden Idee beschäftigt waren, als eine solche prinzipielle Mitteilung erschien. Begreiflicher-, wenn auch bedauernswerterweise kommen dann oft die wertvolleren Publikationen überhaupt nicht zustande. In solchen Fällen ist also durch die erste unvollständige Mitteilung sogar Schaden gestiftet worden. Andererseits haben sich viele solcher Vorschläge bei genauer Prüfung als undurchführbar erwiesen. Man könnte diesem Übelstande dadurch steuern, daß man, solange die Medizin an der Bezeichnung der Methoden durch den Autornamen festhält, lieber jenen Autor wählt, der der Methode eine erprobte Durchführungsform und vollständige Darstellung gegeben hat." Hierzu ließen sich Bände schreiben. Die beklagten Mängel bestehen, aber werden sie sich jemals beheben lassen? Geniale Forscher werden selten Zeit und Drang für eigene Ausarbeitung und praktische Durchführung ihrer Ideen bis ins kleinste haben. Das würde Jahre erfordern; während deren kommen dem Genie neue Ideen anderer Teilgebiete seines Faches und nehmen all sein Denken vollständig gefesselt; ihm pflegt die unbeirrbare Geduld zum praktischen Ausarbeiten zu fehlen; etwas pedantische Naturen sind eher dazu geeignet. Ist die Idee des Forschers gut, so werden — das weiß er — die geeigneten Aus- und Mitarbeiter gewiß nicht ausbleiben. Dafür, daß nicht der Erfinder, sondern der Ausarbeiter gesegnet wird, sorgen ja übrigens reichlich die Patentämter. Die



Mißstände sind hier m. E. gar nicht so schlimm als bei anderen Gebräuchen, die sich in allen Gebieten der Wissenschaft nach und nach eingebürgert haben. Solche sind z. B.: das ewige Nur-sich-selbst-Zitieren, kaum gemildert durch die Varianten: nur sich selbst und seinen Lehrer zu zitieren oder nur sich selbst und seine Schüler zu zitieren; als ob man selbst und seine Schule die wissenschaftliche Forschung in seinem Fache in alleinige Erbpacht genommen hätte. Noch stärker schleift der Hemmschuh, wenn der selbstbewußte Lehrer gleichzeitig ein Meister der Rede, der Schlagwörterprägung, der theoretischen Logik ist; dann siegt er logischerweise auch stets in wichtigen Diskussionsgefechten, und die andächtigen Jünger halten damit die Frage für entschieden, ganz als ob die Eloquentia oder die Schärfe der Feder auch nur im entferntesten in proportionalem Verhältnisse zum Werte und zur Richtigkeit des Gesagten stünde. — Jeder wird Holzknechts Wunsch teilen: „Möge kein Autor sich den Ruhm entgehen lassen, es mitzuteilen, wenn er eine eigene Methode oder Ansicht fallen gelassen hat." Den Vortritt haben die Führer. Dagegen wird mancher den Kopf bei folgendem Satze schütteln: „Wir müssen daher fremde Arbeit genau prüfen und Gutes akzeptieren, auch wenn es Überwindung kostet." Weshalb und wem sollte es Überwindung kosten, Gutes aus fremden Arbeiten anzunehmen? Ist es denn überhaupt denkbar, daß jemand mit gesunden Sinnen meint, nur er allein wisse das Beste in seinem Fach und niemand könne einmal einen besseren Gedanken haben als er selbst?

Prächtig ist auch die Einleitung geschrieben. Nebenbei — aber trotzdem im Referat sei es den Fachgenossen erzählt — erwähnt der Autor, daß noch ein Jahr vor dem großen Kriege ein verdienstvoller Chirurg von der Röntgenologie gesagt habe: „Auch diese Mode wird vorübergehen." (Gleich unfaßbar ist, was Ref. irgendwo einmal gelesen, daß es einer langen Zeit bedurft hat, ehe die Gegner des Augenspiegels ihrem natürlichen Schrumpfungsprozeß verfallen sind.) — Die Röntgenologie sei den Kriegsaufgaben nicht im entferntesten gewachsen gewesen. Schon die Fremdkörperlehre war auf der Stufe von 1904 stehen gelassen worden . . . Der Stand der Fremdkörperröntgenologie war 1914 der, daß die einfachen Durchleuchtungslokalisationsmethoden am Rumpf versagten, und daß keine einzige von den komplizierteren photographischen Lokalisationsmethoden vollkommen aus- und durchgebildet war." Holzknecht bemängelt, daß am Ende von 90% der Fremdkörperbefunde stehe: „Auf Wunsch genaue Lokalisation." Sofern der Ton nicht auf „90%" dabei liegt, kann Ref. hier nicht so streng sein. Wenn man wochenlang täglich bei 30 bis 50 Untersuchungen Schwerverletzter in großen Verbänden bei abundant sezernierenden großen Wunden genaue Fremdkörperlokalisationen machen soll, so ist es einfach ein Ding der Unmöglichkeit, sofort jeden Fremdkörper genau zu bestimmen, zumal wenn man dabei noch außerdem ein Lazarett mit 50—60 Betten in der Stadt zu versorgen hat; und es wäre eine genaue Lokalisation direkt unrationell (weil auf Kosten anderer Kranker), wenn man nicht weiß, ob der betreffende Patient nicht vielleicht in zwei Tagen aus irgendwelchen Gründen abtransportiert wird. „Auf Wunsch genaue Lokalisation" wird meistens bedeutet haben: „Für genaue Lokalisation, die 1/2 Stunde mindestens beanspruchen dürfte, ist eine besondere Zeit festzusetzen, je nach der Dringlichkeit sofort oder in ruhigeren Tagen." — Sehr gut sagt der Verfasser, „daß die Vertreter der großen Fächer eine neue komplizierte Methode zunächst fast stets als überflüssig erklären und gegen sie immer jene älteren verteidigen, die wir ihnen vor Jahren gegen einen gleich heftigen Widerstand aufgenötigt haben", ferner: „Es wird noch heute an über 90% der Arbeitsstellen recht schlecht gearbeitet. Über 90% der Befunde, die man zu sehen bekommt, geben eine unvollständige oder irrtümliche Darstellung der Skelettverletzungen und -erkrankungen, geben das Organ nicht an, in dem der Fremdkörper sitzt, und seine anatomische Nachbarschaft, ermitteln nicht die Quellorte der Eiterung . . ." „Die geschilderten Mängel der Kriegsröntgenologie aller Länder wurzeln im allgemeinen in der relativen Jugend des Faches und seiner geringen offiziellen Förderung, ja vielfachen Hemmung in der Friedenszeit . . . Erst die Kriegsmedizin hat die Röntgenologie auf ihren Platz gestellt und ihr die Aufgabe zugeteilt, die Basis der Diagnose und Prognose der Verletzungen zu bilden und die Begutachtung der Mehrzahl der innerlich Kranken zu stützen. Überall, wo sie sich in einigermaßen vollkommenem Zustand darbietet, erobert sie bald diesen Platz." — Dem Satze, § 10: „Die laienhafte Strahlenangst endlich hing allen guten Ansätzen wie ein Bleigewicht an" kann Referent nicht beipflichten. Ich habe diese „laienhafte Strahlenangst" auch nach 20jähriger Tätigkeit im Röntgenfache. Sie äußert sich allerdings nicht darin, daß ich die Durchleuchtung perhorresziere und der „naturwidrigen Photographie" den Vorzug gebe; keine Fremdkörperlokalisation, keine Magen-Darm-, keine Herz-, keine Lungenuntersuchung findet ohne lange, eingehende Durchleuchtung statt, aber stets dabei um eigene Hand und Körper besorgt zu sein, auf diesem „aprioristischen" Standpunkt beharre ich. So viel ist allerdings gewiß: die große Mehrzahl der Fremdkörperlokalisationsmethoden würde sich ganz ungeheuer vereinfachen und empfehlen, wenn man seine Hände ungestraft zwischen Röhre und Schirm gebrauchen könnte. Aber da dem nicht so ist, da auch vor dem leichtsinnigen Gebrauch von Bleihandschuhen zu warnen ist und andere Notbehelfe meist recht umständlich sind, so erfordern eben viele Geschoß-Lagebestimmungen einen geraumen Zeitaufwand. Ein ausländischer bekannter Röntgenologe sagte dem Ref. öfters auf Kongressen, daß seine Hände bei den vielen Manipulationen im Strahlenbereich so gut wie gar nicht litten, und behauptete dies immer und immer wieder. Dabei zeigten seine

Hände jedes Jahr eine oder mehrere weitere Verstümmelungen und Verschlimmerung seiner Dermatitis. Darum bringt Referent im Durchschnitt ein paarmal wöchentlich, in Fällen, wo er anders keinen Ausweg weiß, die Innenfläche seiner linken Hand zwischen Schirm und Rumpf des Patienten. Im übrigen behilft er sich mit Holzknechts Distinktor und ähnlichen improvisierten Geräten, indem er meint, immer, besonders aber heute, wo wir die erfahrenen Röntgenologen doppelt brauchen, ist es wertvoll, daß ihre Hände gebrauchsfertig erhalten bleiben; wie ein bedeutender Fachgenosse sich jüngst ausdrückte.

Es folgt der 1. Hauptabschnitt: Fremdkörperlokalisation, mit einer Einführung von Holzknecht, ferner „Durchführung der lokalisatorischen Untersuchung", „Anweisung zur Ausführung der beibehaltenen Lokalisationsmethoden", „Durchleuchtung bei stetiger Rotation". Sehr eingehend ist die „Blendenrandmethode" und ihre Modifikationen bearbeitet; wichtig ist der kurze Abschnitt dazu über das Prinzip der B.-R.-M. von O. Weißenberg. Weiter folgt: „Die Nahpunktkorrektur mittels palpatorischer Mitbewegung", „Das Zweiplattenverfahren". Einen großen Abschnitt bringt L. Lilienfeld: „Die frontalen Aufnahmen des Rumpfes und seiner Gelenke". Weiter folgt: „Das Dreiplattenverfahren" vom Herausgeber; „Hautmarkierung und Tätowierung" von Holzknecht und Lilienfeld; „Methodik der Fremdkörperlokalisation" von Lilienfeld, ein ganz wertvolles und glänzend geschriebenes umfangreiches Kapitel. Von den ausgewählten Kapiteln über spezielle Fremdkörperdiagnostik schrieb Haudek „Fremdkörper im Bulbus", Kienböck „Motilitätslokalisation im Brustkorb" und „Anatomische Orientierung im Herzen". Der nächste Hauptabschnitt behandelt „Die Röntgenoperation", die „Röntgendurchleuchtung als Behelf chirurgischer Eingriffe" mit den Unterabteilungen: „Über die Röntgenoperation (1904)" (Neudruck), „Die Fremdkörperpunktion und -harpunierung", „Die Fremdkörperoperation unter direkter Leitung des Schirmbildes", „Die Fremdkörper rücken bei der Operation tiefer oder weichen seitlich ab", „Vorschlag zu einem Versuchs-Steckschußspital", „Kurzer Bericht über die Röntgenoperationen in der ersten Steckschußstation in Wien", „Der Röntgenoperationsraum", „Der Röntgenoperationstisch" von O. Sommer, „Ergänzung des chirurgischen Instrumentariums für die Röntgenoperation" von Fr. Eisler, „Gang der Röntgenoperation" von Eisler, „Einige ohne Röntgenoperation schwierige Fälle von Projektilextraktion" von Eisler und Odelga, „Unsere Technik der Nadelextraktion" von Eisler, „Röntgenoperation oder Harpunierung? Durchleuchtung oder Aufnahme?" vom Herausgeber, „Die Fremdkörperentfernung unter dem Röntgenschirm" von Freiherr A. v. Eiselsberg.

Der 3. Hauptabschnitt: „Skelettverletzung, Chronische Eiterung" bringt zunächst „Die wichtigsten Grenzfälle und Varietäten des Skelettes im Röntgenbilde, nach der anatomischen und röntgenologischen Literatur und der eigenen Erfahrung für die kriegsröntgenologischen Kurse in 14 Bildern zusammengestellt" von L. Lilienfeld; gewissermaßen ein Röntgenatlas in Suppenwürfelform; liebe, vertraute Bilder tauchen hier auf. Es folgt: E. Sommer: „Über die Kallusentwicklung"; H. Wachtel: „Die feineren Einzelheiten der Frakturbilder"; M. Haudek: „Die Kalluslücke, ihre Formen und ihre Bedeutung für die Heilung der chronischen Knocheneiterungen", ein wertvolles, sehr wichtiges Kapitel. Fr. Pordes: „Röntgenologie der Kieferverletzungen"; Holzknecht: „Über die Ursachen des langwierigen Verlaufes der chronischen Eiterungen"; Holzknecht, Lilienfeld und Pordes: „Die röntgenologische Darstellung der Ursprünge von Fistelgängen mittels Schmelzstäbchen"; Haudek und Holzknecht: „Über Spezialisierung der Kriegsspitalbetriebe im Hinterland".

Mit einem 4. Hauptabschnitt von R. Lenk: „Röntgenologie im Frontspital" schließt der umfängliche 1. Band des Werkes. Der 2. Teil soll bald erscheinen.

Wir freuen uns über dies Dokument deutscher Wissenschaft aus der fleißigen Wiener Schule. („Auch wird nicht leicht was auf der Welt erfunden, das ihr nicht gleich verbessert", Hebbel). Nichts fehlt; auf alles Wichtige ist bis ins kleinste eingegangen. Das Werk ist gewissermaßen eine Militarisierung der Röntgenologie, Militarisierung im besten Sinne. Trotz des dicken Bandes ist alles mit militärischer Knappheit dargestellt. Daß wir die „Röntgenologie" nicht bei Beginn des Krieges hatten, nicht haben konnten, ist bedauerlich, läßt sich aber nicht ändern; noch bedauerlicher, daß sie erst am Ende des Krieges (August 1918) herauskam. Verkehrt wäre es aber, wenn sich ein Röntgenologe das Buch aus letzterem Grunde gar nicht anschaffen würde, zumal es ja, dank dem Völkerbunde, niemals mehr einen Krieg geben wird. Ganz abgesehen davon, daß wir für die Entfernung noch manchen Geschoßsplitters dieses Krieges werden sorgen müssen, wird das Buch seinen dauernden Wert behalten, nicht nur für Mitteleuropa, sondern für die Wissenschaft der ganzen Welt.

Das Buch ist mangellos ausgestattet. Die Röntgenbilderskizzen vor allem sind von einer vorzüglichen Klarheit, man merkt ihnen die gediegene Zusammenarbeit von Photograph, Zeichner und Klischeeätzer an.

A. Köhler.

Rieder und Rosenthal: **Lehrbuch der Röntgenkunde.** Drei Bände. II. Band. Joh. Ambros. Barth. 1918. M. 32,40.

Der vorliegende zweite Band enthält die im ersten Band noch nicht berücksichtigten, diagnostischen Anwendungen der Röntgenstrahlen und die Röntgentechnik.

1. H. Neumayer: Die Röntgenuntersuchungen in der Rhino-Laryngologie. Schilderung eines Spezialinstrumentariums.

Es folgt die Beschreibung der verschiedenen Einstellungen, die so zu erfolgen haben, daß die zu untersuchenden Höhlen nicht vom Schädelbasisschatten verdeckt werden. Hervorzuheben ist die verticosubmentale Einstellung, die auch zur Darstellung des Kiefergelenkes (Processus articularis und coronoideus) zu brauchen ist. Zusammenstellung der pathologischen, durch Röntgen nachweisbaren Affektionen der Nase und der Nebenhöhlen. Aus der Intensität der Trübungen lassen sich Schlüsse ziehen auf Schwellung, Ödem, Hypertrophie, Neoplasmen, Eiter, Blut, Veränderungen des Periost und des Knochens. Die Entscheidung über die Natur der Trübungen muß mit Ausnahme von Osteom durch die klinische Untersuchung erfolgen. Die Keilbeinhöhle bietet Schwierigkeiten wegen des großen Plattenabstandes. Verdrängungserscheinungen und Zerstörungen an der Sella sind nachweisbar. Folgt Mund- und Rachenhöhle (Vorgänge beim Schluckakt und beim Sprechen), Kehlkopf (Ossifikationsprozesse, Stimmbildung usw.). Trachea und Bronchien. Topographisch-anatomische Untersuchungen, Fremdkörper, pathologische Veränderungen, operative Eingriffe im Röntgenlicht.

2. B. Heine: Die Röntgenuntersuchung des Ohres.

Die Untersuchungen haben vorläufig beschränkten Wert, nur Schläfenbein und Warzenfortsatz sind zugänglich. Aufnahmetechnik und Erklärung des normalen Ohrbildes. Pathologische Befunde: Mastoiditis ergibt verwaschene Zeichnung der Zellen, Abnahme des Luftgehaltes durch Eiter und Granulationen. Chron. Mastoiditis zeigt strukturlosen Knochen ohne Zellen (Sklerose). Warzenfortsatzbilder stützen die klinische Diagnose, sind aber für sich allein nicht imstande, eine Indikation für einen operativen Eingriff zu geben.

3. F. Salzer: Die Röntgenstrahlen in der Augenheilkunde.

Schädigung des Auges durch Röntgenbestrahlung bis zur Netzhaut- und Sehnervenatrophie ermahnen zur Vorsicht und Anwendung ausreichender Schutzvorrichtungen (Bleiglasbrillen).

Hinweis auf die Wichtigkeit der Nebenhöhlenerkrankungen für Sehnervenaffektionen. Knochenerkrankungen der Orbita, Tumoren, Hypophysistumoren. Eingehende Besprechung und Kritik der Lokalisationsverfahren bei metallischen intraokularen Fremdkörpern. Das Sideroskop soll stets mit zur Anwendung kommen. Jeder Röntgendiagnose eines Fremdkörpers im Auge haften bezüglich der Frage, ob extra- oder intrabulbär gelegen, unvermeidlich Ungenauigkeiten an. Doppelschatten bei Blickrichtungswechsel (Köhler) stimmt nicht immer für den Fall der Schattenverschiebung, da auch extrabulbäre Fremdkörper sich bewegen. Festliegende Schatten bei Blickwechsel beweisen extrabulbären Sitz. Stereoskopie allein reicht zur Diagnose nicht aus.

4. W. Fürnrohr: Die Röntgenuntersuchung in der Neurologie.

Sehr umfangreiche, kritische Arbeit, die für die noch nicht genügend gewürdigte Bedeutung der Röntgenuntersuchungen für die Neurologie von Wichtigkeit ist. Schädeluntersuchungen (Verletzungen), ferner Tumoren, die nur dann nachweisbar sind, wenn diese in die lufthaltigen Räume des Schädels eingewachsen sind oder Kalksalze in größerer Menge enthalten, cave: kalkhaltige Glandula pinealis. Usuren (Hirndrucksteigerung), Sellaveränderungen, Hydrozephalus, Lues. Es folgen die Krankheiten des Rückenmarkes. Tabes und Syringomyelie interessieren besonders. Bei Tabes meist (70—80%) die untere, bei Syringomyelie die obere Extremität ergriffen (80%). Die Arthropathien gleichen sich bei beiden Krankheiten in ihrer Beschaffenheit völlig. Differentielle Merkmale haben sich bisher nicht feststellen lassen. Mal perforant bei beiden Krankheiten. Als Teilerscheinungen der Arthropathien oft Kalkeinlagerungen in die periartikulär gelegene Muskulatur, ferner Myositis ossificans.

Es folgt die Besprechung der Erkrankungen der Wirbelsäule, peripherer Nerven, vasomotorischer und trophischer Neurosen, der Drüsen mit innerer Sekretion.

5. O. Reifferscheid: Die Röntgenuntersuchung in der Gynäkologie und Geburtshilfe.

In der Gynäkologie meist von sekundärer Bedeutung: Verkalkte Tumoren, Gravidität und Tumoren, Abszesse usw., dagegen wichtig für die Erkennung der Extrauteringravidität und des Lithopädium.

In der Geburtshilfe ist das Röntgenverfahren von Bedeutung bei der Diagnose der Schwangerschaft, der Mehrlingsschwangerschaft, der Kindeslage und der Beckenverhältnisse. Die Arbeit bringt gleichzeitig eine kritische Zusammenstellung der bisher erzielten Erfolge.

6. Th. Goett: Die Röntgenuntersuchung in der Kinderheilkunde.

Neben allgemeiner Darstellung werden besonders diejenigen Befunde besprochen, welche entweder eine Spezialität des Kindesalters darstellen oder wenigstens von der geläufigen Beobachtung an Erwachsenen mehr oder minder abweichen, also hauptsächlich Erscheinungen bei kleinen Kindern und Säuglingen. Knochenwachstum und Knochenkerne. Knochenwachstumsstörungen und Knochenerkrankungen des Kindesalters. Sehr zu begrüßen ist die graphische Darstellung des Auftretens der Knochenkerne der normalen kindlichen Handwurzel, ähnliche Tabellen für die übrigen Regionen wären sehr erwünscht. Thoraxorgane: Hervorzuheben ist die Beobachtung, daß eine vergrößerte Thymus wesentlich in das linke Lungenfeld hineinragt (Form der Jakobinermütze).

Es folgen die Erkrankungen der Lunge, Drüsentuberkulose, Mediastinum und Verdauungskanal.

7. A. Hasselwander: Die Röntgenstrahlen in der Anatomie.

Zum erstenmal nimmt ein Anatom das Wort in der Röntgenologie. Das Zusammenwirken von Anatomie und Röntgenologie ist sehr ersprießlich. Bisher stand für den Anatomen der Mangel an Exaktheit im Wege. Die Bilder zeigten starke Übertreibungen in den Dimensionen und Verschiebungen in der Lage der einzelnen Teile. Die Abhilfen hierfür waren Orthodiagraphie, Teleröntgenographie, Stereogrammetrie, Stereoskopie. H. hat die Teleröntgenographie weiter ausgebaut. Die Stereogrammetrie wurde 1912 von H. publiziert und wird nunmehr in die Praxis übersetzt. Hierdurch können die Körper in ihren Formen und Maßen rekonstruiert werden. Für Fragen anatomischer Art ist nunmehr ein universelles Untersuchungsmittel gegeben.

Es werden Tabellen über die Ossifikationszeiten aller Knochen des menschlichen Skelettes und daran anschließenden Besprechungen an der Hand von Zeichnungen gegeben. Es folgen dann Besprechung des Eingeweideraumes, Lageverhältnisse der Brust- und Bauchorgane, Lungenstruktur und Magenform.

8. G. Baer: Über die Fehlerquellen bei der Deutung von Röntgenbildern im allgemeinen.

Erforderlich ist die Kenntnis des gesamten Verfahrens. Die Diagnose wird nicht allein durch das Röntgenbild gestellt, sondern dieses stützt die klinische Untersuchung. Die Indikation zur Durchleuchtung und Aufnahme muß sorgfältig abwägend gestellt werden. Täuschungen durch Projektionsfehler bei der Durchleuchtung werden durch Aufnahmen oft richtiggestellt. Die Aufgabe der Durchleuchtung ist die grobe Umrißzeichnung, namentlich von bewegten Organen. Die Aufgabe der Aufnahme ist die Strukturdarstellung. Mit Ausnahme einiger Fremdkörper sollen alle chirurgischen Aufnahmen mittels Plattenverfahrens gemacht werden, und zwar in verschiedenen Strahlenrichtungen. Fehlerquellen wie Schatten von Hautfalten, Muskelrändern usw. werden besprochen. Es wird gewarnt vor der Neigung, wenn irgendmöglich einen positiven pathologischen Befund herausfinden zu wollen. Ferner wird auf Täuschungen durch normale anatomische Befunde, die bisher unbekannt waren, z. B. Kompaktainseln, Varianten usw. hingewiesen.

9. J. Rosenthal: Röntgentechnik.

Ausführliche Darstellung der Hochspannungsapparate. a) Induktionsapparate, b) unterbrecherlose Apparate mit mechanischem Hochspannungsgleichrichter, c) unterbrecherlose Apparate ohne mechanische Hochspannungsgleichrichter, d) Influenzmaschinen.

Im Kapitel über die Röntgenröhren werden die beiden Systeme „gashaltige und gasfreie" kritisch besprochen. Eine große Anzahl Spezialröhren werden abgebildet und erklärt. Es folgt dann eine umfassende Zusammenstellung der für moderne Röntgeninstitute erforderlichen und bewährten Hilfsvorrichtungen und Utensilien, sowie eine Besprechung der verschiedenen Methoden und Apparate zur Qualitäts(Härte)- und Quantitäts(Intensität)-Messung.

Im letzten Abschnitt wurden verschiedene Hilfsmittel für Durchleuchtung und Aufnahme, sowie die Schutzmittel besprochen.

Das diesem Abschnitt eingefügte Kapitel über die Fremdkörperbestimmung ist von R. Grashey verfaßt. Die Abhandlung ist für alle Röntgenologen und röntgenologischen Chirurgen, die sich mit dem Projektilnachweis und mit der Geschoßentfernung befassen, von größtem Wert, und zwar deswegen, weil sie aus den praktischen Erfahrungen der Kriegschirurgen und Kriegsröntgenologen heraus geschrieben sind. Nicht nur die eigenen Erfahrungen, sondern auch die Methoden anderer Forscher sind in gewohnter Vollendung dargestellt und durch Zeichnungen dem Verständnis nahe gebracht worden. Auch die Stereogrammetrie ist einbezogen (vgl. Hasselwander).

Besonders interessiert die von Grashey vor Jahren inaugurierte Entfernung von Fremdkörpern in direkter Röntgendurchleuchtung in ihrer weiter vervollkommneten Technik. —

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der II. Band des Rieder-Rosenthalschen Werkes den Beweis erbringt, daß trotz Krieg und Revolution die deutsche röntgenologische Wissenschaft es verstanden hat, den ihr gebührenden Platz zu behaupten. Albers-Schönberg.

Internationale Fachliteratur.

Journalliteratur.

Medizinische Klinik. 1918.

Nr. 38 u. 39. E. Opitz-Freiburg i. B.: **Über stark gefilterte Röntgen- und Radiumstrahlen.** In der jüngsten Zeit spielt die angebliche Gefahr stark gefilterter Röntgenstrahlen eine besonders große Rolle. Die Erörterungen nahmen ihren Ausgang von einer Mitteilung von Franz und Orth, nach der durch Röntgenstrahlen ohne Rückbildung des bestrahlten Karzinoms eine tödlich verlaufene Darmschädigung verursacht wurde. Analoge Beobachtungen, insbesondere von Darmschädigung durch Be-

strahlung, freilich ohne tödlichen Ausgang, wurden von Franqué, Krömer, Händli berichtet. Im Gegensatz zu diesen Angaben stehen die Feststellungen von Krönig und Opitz, nach denen während der ganzen Zeit der Anwendung stark gefilterter Strahlen niemals ähnliche Schädigungen beobachtet werden konnten. Die geringste Schädigung des Körpers mit günstigster Wirkung wird erreicht, wenn die folgenden Voraussetzungen der Tiefentherapie erfüllt sind: 1. große Strahlenhärte, 2. räumliche Homogenität, 3. möglichst großes Feld, 4. möglichst geringe Größe der durchstrahlten Gewebsmasse, 5. möglichste Intensität der Strahlung, 6. Verabreichung der nötigen Strahlenmenge möglichst in einer Sitzung, 7. Vermeidung von Überkreuzungen in den oberflächlichen Schichten bei Mehrfelderbestrahlung. — Die Hauptsache ist genaue Messung der verabreichten Strahlenmenge am Ort der Wirkung, um mit der jeweils geringsten Menge Röntgenlichtes, d. h. unter möglichst geringer Schädigung des Kranken, Heilwirkungen zu erzielen. Die Anwendung stark gefilterter Strahlen ist nur ein Mittel zum Zweck. Wer mit der Methode Schaden anrichtet, tut das, weil er mit dem Wesen der Behandlung nicht genügend vertraut ist. Als geeignete Meßverfahren können einstweilen nur geeichte Iontoquantimeterkammern gelten. Zweifellos sind die berichteten Schädigungen nur durch Fehler bei der Behandlung vorgekommen, wenn anders überhaupt die Angaben begründet sind. Bei den unvollständigen Berichten der Autoren ist der Nachweis der bestimmten Fehlerquelle nicht möglich. Opitz bezweifelt zudem, daß der von Franz berichtete Fall überhaupt der Röntgenbestrahlung zum Opfer gefallen ist, zumal da bereits vorher eine Darmerkrankung vorlag. Der Fall Franqué sei schon deshalb nicht beweiskräftig, weil in der Abwesenheit F.s eine überflüssige dritte Serie verabfolgt wurde. Auch die noch restierenden Beobachtungen verlören bei kritischer Durchmusterung jegliche Bedeutung. Überall lasse sich eine unvollkommene Technik nachweisen. Es liege bei der Strahlenbehandlung ebenso wie bei anderen Stoffen: Reizdosis, therapeutische Dosis und toxische Dosis müssen festgestellt werden. — Die großen Hoffnungen, mit denen anfangs die Behandlung mit Radium und Mesothorium eingeleitet wurden, sind größtenteils zu Grabe getragen worden; wir befinden uns damit noch in der Lernzeit. Allzu fortgeschrittene Karzinome erliegen ebensowenig der Radiumbestrahlung, wie dem Röntgenlicht. Das Radium hat den Vorzug, daß die Strahlenquelle häufig unmittelbar an den Krankheitsherd gebracht werden kann. Das Hauptgewicht muß auf die Wirkung der γ-Strahlen gelegt werden. Bei der Behandlung ist es nötig, den Mastdarm durch Tamponade und andere Einrichtungen möglichst weit vom Strahlenkörper abzubringen. Sicherheit bei der Anwendung des Radiums wird man erst erlangen, wenn genaue Messung der absorbierten und der veränderten Strahlenquoten möglich sein wird. Die Fälle allerdings, die mehr als 10000 mg-Stunden Radiumbromid erhalten haben, haben Darmschädigungen gezeigt. Eine Verbesserung der Resultate ist durch die Verbindung von Röntgen- und Radiumbestrahlung zu erwarten. Andere Kombinationen (Hyperämie, Borcholin, Jodcholin) müssen noch ausprobiert werden. O. glaubt auch, daß die Serumbehandlung zu Unrecht stark verdrängt wurde. Jedenfalls werden Ausarbeiten der Meßmethoden, der Bestrahlungstechnik und die systematische Prüfung verschiedener Mittel Fortschritte zur Folge haben. Vorläufig dürfte auf Grund der hier und anderwärts mit Radiumbehandlung gemachten Erfahrungen folgendes als Forderung der therapeutischen Technik aufgestellt werden: 1. Sichere Ausschaltung der Emanation, 2. Zusammendrängen der Behandlung auf kurze Zeit, also Anwendung möglichst starker Präparate, 3. möglichster Schutz des gesunden Gewebes, vor allen Dingen des Mastdarms und der Blase vor Strahlenschädigungen, 4. Heranziehung des Röntgenlichtes, wenn möglich gleichzeitig mit dem Radium, bei ausgebreiteten Karzinomwucherungen zur Behandlung. Carl Klieneberger (Zittau).

Strahlentherapie. Bd. 9, Heft 1, S. 10—45. 1919.

L. Küpferle und J. E. Lilienfeld: **Die praktische Dosimetrie der Röntgenstrahlen.** Die Verf. sind der Ansicht, daß zur Bestimmung der therapeutischen Wirkung der Röntgenstrahlen zunächst eine hinreichend homogene Strahlung nötig sei; dann aber brauche man auch nur die Intensität sowie die Härte (Halbwertschicht) dieser primären Strahlung zu messen, da man dann aus dem Abstande des behandelnden Organs vom Brennfleck sowie der Dicke der zwischen beiden liegenden Gewebsschicht, der sogenannten „Überschicht", die Größe der in Frage kommenden Dosis in einfacher Weise berechnen könne. Dagegen sei es dann nicht nötig, die Stärke und Beschaffenheit der auf das Organ mitwirkenden sekundären Strahlungen zu kennen. Deshalb verwerfen die Verf. auch das Bestreben, den Reagenskörper des Meßapparates möglichst an die Stelle des Organs selbst zu bringen; vielmehr benutzen sie zum Messen der Dosis einen vollständig unabhängig vom Patienten aufgestellten Apparat. Derselbe besteht aus einer zylindrischen Ionisationskammer, die direkt auf ein Elektroskop aufgesetzt ist und in die nur ein ganz schmales, durch eine Reihe von Bleiblenden ausgesondertes und längs der Achse der Kammer streichendes Bündel der zu messenden Primärstrahlung der Röntgenröhre gelangt. Dasselbe trifft auch die Wandung der Kammer nur in einer sehr geringen Fläche, so daß also die hier erzeugte sekundäre Strahlung nur in verschwindendem Maße zur Geltung kommt. Zur Bestimmung der Härte der Strahlen ferner werden Aluminiumfilter verwandt, die in großem Abstande von der Kammer in den Weg des wirksamen Strahlenbündels eingeschoben werden, so daß also auch in diesem Falle eine Störung der Messung durch sekundäre Strahlung nicht erfolgen kann. Walter (Hamburg).

Zentralblatt f. Chirurgie. 1919, Nr. 7.

Szubinski und B. A. Schmidt: Zur Mitteilung von Hercher und Noske über **Lage- und Tiefenbestimmung von Fremdkörpern** (Nr. 32 d. Zentralbl. 1918). Bestätigung des von Hercher und Noske angegebenen Verfahrens. Nur bei schwierigerer Tiefenbestimmung und wenn zur Entfernung des weit eingedrungenen Geschosses ein besonderer Einschnitt notwendig wurde, haben die Verf. ein anderes Verfahren angewandt. Bei schwieriger Splitterlage ist die Feststellung mittels Zentralstrahl in nur zwei Ebenen nicht sicher genug. Nur wenn man bei weiterer Verschiebung noch eine dritte Ebene benutzt und nunmehr alle drei Verbindungslinien in einem Schnittpunkt zusammenlaufen, hat man die absolute Gewähr richtiger Tiefenbestimmung. Die Tiefenbestimmung allein reicht nicht aus, wenn ein besonderer Einschnitt zur Entfernung des Geschosses abseits der Einschußwunde nötig ist. Für den Einschnitt am Ort der Wahl ist die exakt angelegte Hautmarke immer noch das beste Verfahren. Es läßt sich das mit der Tiefenbestimmung verbinden, indem man die zum Einschnitt bestimmte Stelle in den Bereich des Zentralstrahles bringt. Besser ist es, beides getrennt zu erledigen und zur Projektion auf die Haut und zur Aufzeichnung der projizierten Punkte sich eines Zeichenapparates (nach Szubinski von Max Kohl hergestelltes Zeicheninstrument) zu bedienen.

Medizinische Klinik. 1919, Nr. 7.

Schottmüller (Hamburg): **Zur Behandlung der Spätlues, insbesondere der Aortitis luica.** Mit besonderer Vorliebe lokalisiert sich die Spätsyphilis in der Aorta und im Zentralnervensystem. Eugen Fränkel fand in 50%, Stadler in 82% die typische schwielige luetische Aortensklerose. Die Syphilis befällt im zweiten und dritten Dezenium die Aorta. (Adventitia und Media.) Solange die Aortitis die Aortenklappe selbst und die Austrittsstellen der Kranzarterien freiläßt, ist die Krankheit relativ gutartig und verläuft bei energischer Behandlung günstig. Sch. unterscheidet 1. Aortitis supracoronaria, 2. Aortitis coronaria, 3. Aortitis valvularis, 4. Aortitis aneurysmatica. Kombinationen zwischen allen Typen kommen vor. Die schleichende Aortitis supracoronaria kann lediglich durch die Röntgenuntersuchung zuweilen erkannt werden: Erweiterung der Aorta ascendens. Die Abgrenzung gegen Sklerose ist um so schwieriger, weil beide Krankheitszustände nebeneinander vorkommen können. Häufig lassen das Röntgenbild und die Wassermannsche Reaktion im Stich. Das Schwinden der Beschwerden nach antisyphilitischer Behandlung bestätigt dann die Richtigkeit der Diagnose. (!? D. Refer.) Das Krankheitsbild der Aortitis coronaria ist dem der Aortitis supracoronaria ähnlich. Bei Verengerung der Coronarostien versagt die Therapie. Bei der Aortitis valvularis besteht nach Stadler immer eine Vergrößerung des linken Herzens. Bei der Aortitis aneurysmatica ist das Röntgenbild unentbehrlich, deckt oft genug allein das Leiden auf. — Sch. plädiert für die unbedingt notwendige Dauerbehandlung, für die sich dann nur das Salvarsan eignet. Die Erfolge werden um so besser sein, je früher die Diagnose gestellt wird. Sch. ist geneigt, trotz negativer Wassermannreaktion, in prophylaktischen Kuren im zweiten und dritten Dezennium einen erheblichen Sicherheitsfaktor zu erblicken. Sch. ist 5—8 Wochen lang für intensive gemischte Hg.-Salvarsanbehandlung. Dann 3—4wöchentlich Neosalvarsan 0,35 oder 0,6, bis nach Maßgabe der klinischen Symptome und dem Ausfall der Wassermannreaktion der aktive Prozeß zum Stillstand gekommen ist. Unter Umständen fügt Sch. im Lauf der Salversanbehandlung dieser wieder Hg. zu. Die spezifische Behandlung muß eventuell als Dauerbehandlung auf Jahre hinaus fortgesetzt werden. Je früher man bei der Spätlues die Behandlung einleitet, desto eher wird man die Krankheit zum Stillstand bringen und mit desto weniger Defekten wird man später zu rechnen haben. Die von Sch. verlangte Dauerbehandlung ist nur mit Salvarsan möglich. Dauernde Beobachtung ist erforderlich. Die Behandlung kann auch als fortlaufende Salvarsan-Hg.-Jod-Behandlung durchgeführt werden.

Nr. 9. Hermann Engels (Berlin): **Zur Ösophagusatonie.** Das Bild der gleichmäßigen Speiseröhrenerweiterung — Atonie? oder Spasmus? — ist oft recht schwierig zu deuten: Kasuistische Mitteilung eines Falles von schlaffem, der Peristaltik entbehrendem Ösophagus. Ohne daß Kardiaverschluß bestand, erfolgte, infolge der Schlaffheit der Ösophagusmuskulatur, gleichmäßige Erweiterung. E. ist der Meinung, einen reinen Fall starker Atonie der Speiseröhre mit konsekutiv symptomatischer Erweiterung beschrieben zu haben. Verschieden konsistente Ingesten lösten in verschiedenem Maße Bewegungserscheinungen aus. Auch Flüssigkeit konnte Fortbewegung breiiger Inhaltsmassen durch ihren Druck hervorrufen. Ebenso ließ sich durch Druck auf die rechte Halsseite der Ösophagusinhalt weiterdrücken. Atropin verzögerte den Ausstoßungsvorgang erheblich, Pilokarpin bedingte Peristaltik gleichzeitig mit vermehrter Kardiakontraktion. Als Veranlassung der Störung wird eine isolierte funktionelle Organstörung angenommen. Allgemeine Behandlung und Sondenbehandlung versagten, auch Spezifika — positiver Wassermann — waren erfolglos. Carl Klieneberger (Zittau).

Münchener medizinische Wochenschrift. 1918. Nr. 46, S. 1275.

Goetze: **Die Röntgendiagnostik bei gasgefüllter Bauchhöhle; eine neue Methode.** Verfasser hat zur Darstellung dieses Kontrastes die Bauchhöhle mit Sauerstoff gefüllt und diese Methode an der Hand zahlreicher Fälle so ausgearbeitet, daß man einerseits ohne Gefahr jede Bauchhöhle mit Sauerstoff füllen kann, andererseits unschwer hervorragende Ergebnisse von fast sämtlichen Organen der Bauchhöhle



erzielen kann. Er hat dazu eine automatische Nadel konstruiert, welche sich aus einer kurzen scharfen äußeren, und einer langen stumpfen inneren Kanüle zusammensetzt. Mit dieser werden die inneren Bauchorgane von dem Einblasen des Sauerstoffes zurückgedrängt. Man kann unschwer 2—3 Liter Sauerstoff in jede Bauchhöhle einblasen, ohne daß Beschwerden bei den liegenden Patienten auftreten. Verfasser beschreibt dann die verschiedenen malignen Veränderungen der Bauchhöhle, bei denen die Methode gute Resultate ergiebt. Die Feinheiten sind am besten am elektrischen Lichtkasten zu sehen, doch ist auch eine sorgfältige Schirmdurchleuchtung nicht zu entbehren. Was durch das stereoskopische Bild bei gasgefüllter Bauchhöhle zu erreichen ist, soll einen Triumph der ganzen Röntgenologie darstellen.

Nr. 52, S. 1466. Holzknecht, Mayer und Wegericht: **Einfaches Durchleuchtungsgerät als Zusatz zur Röntgeneinrichtung.** Die ausgiebige Verwendung der Durchleuchtung bei der Röntgenuntersuchung wird mit Recht überall gefordert, z. B. kann die Lokalisation von reichlich $^3/_4$ der Fremdkörper mittels Durchleuchtung geschehen. Deswegen beschreibt Verf. ein neu konstruiertes Stativ, mit dem bequem Durchleuchtung im Liegen, Sitzen und Stehen gemacht werden kann, das verhältnismäßig billig ist.

1919. Nr. 2, S. 43. Kautz: **Die kombinierte Bestrahlung (Röntgen und Höhensonne) nichttuberkulöser Drüsen- und Knochenerkrankungen.** Die befriedigenden Resultate der Röntgenbestrahlung tuberkulöser Lymphome wie leukämisch und pseudoleukämischer Drüsentumore berechtigten Verf. dazu, auch Drüsenschwellungen anderer Genese dieser Bestrahlung zu unterziehen. Es wurden im ganzen 57 Fälle entzündlicher Drüsenschwellungen der Leisten und der Achselhöhle, davon 22 nur mit Höhensonne, 9 nur mit Röntgenstrahlen und die übrigen kombiniert bestrahlt. 44 Fälle wurden als geheilt entlassen. Syphilitische Bubonen wurden nicht mit Höhensonne bestrahlt, da hierdurch starke Schmerzen und ein Fortschreiten des Prozesses auftritt. Dagegen konnte mit der Röntgenbestrahlung bei diesen gute Erfolge erzielt werden. Weitere günstige Erfolge wurden in 47 Fällen chronischer Osteomyelitis erzielt. Während man zuerst annahm, daß hierbei die künstliche Höhensonne allein zur Heilung der Osteomyelitis genügt, hat sich später gezeigt, daß die Kombination mit Röntgenbestrahlung sehr günstig ist. Man erreichte dadurch ein wesentlich schnelleres Ausheilen der Knochenerkrankung und somit Beschleunigung des Heilverfahrens überhaupt. Das gleiche gilt von der kombinierten Bestrahlung bei der Nachbehandlung von Schußverletzungen.

Nr. 4, S. 104. Dietlen: **Zur Frage des Hochschulunterrichts in Röntgenologie. Röntgenspezialisten oder Spezialröntgenologen?** (Zu kurzem Referat nicht geeignet.)

Nr. 10, S. 269. Mönch: **Ein Erfolg der Strahlenbehandlung bei einem Fall von Polyzythämie.** Im Gegensatz zu dem großen und eindeutigen Einfluß, den die Strahlen auf die weißen Blutkörperchen beim kranken Blute haben, steht die Reaktion derselben beim normalen Blute. Auch die roten Blutkörperchen reagieren weniger stark. Es wurde sogar eine mäßige Vermehrung derselben konstatiert. In andern Fällen bei starken Dosen trat aber auch eine Verringerung derselben auf, deswegen versuchte Verf. einen Fall von Polyzythämie durch starke Bestrahlung der Milz und der langen Röhrenknochen zu beeinflussen, was ihm auch gelang. Die roten Blutkörperchen fielen nach drei Serien von 7480000 auf 3804000. Dieser bedeutende Erfolg der Strahlenbehandlung würde, falls er sich weiter bestätigte, einen bedeutenden Fortschritt gegenüber den bisherigen Behandlungsmethoden der Polyzythämie bedeuten.

Nr. 4, S. 91. Åke Åkerlund: **Spastische Phänomene und eine typische Bulbusdeformität bei Duodenalgeschwüren.** Beim Duodenalgeschwür treten zwei verschiedene spastische Phänomene auf: 1. ein rein durch das Duodenalgeschwür am Bulbus selbst hervorgerufener Lokalspasmus, 2. eine spastische Einziehung am Magenkörper (Fernspasmus). Der Lokalspasmus ist nach Beobachtung des Verf. bei Duodenalgeschwür sehr gewöhnlich, mindestens ebenso gewöhnlich, wie der Magenspasmus beim Magengeschwür. Verf. ist mit Carmann der Ansicht, daß ein konstanter Lokalspasmus völlig zur Diagnose einer Bulbusläsion genügt, besonders wenn derselbe bei wiederholten Untersuchungen beobachtet wird und die Form einer lokalen segmentären Einziehung hat. Der Lokalspasmus geht als wichtiger Faktor in eine zuvor nicht beschriebene typische Bulbusdeformität ein, die vom Verf. mehrmals bei Ulkus in der Mittelpartie des Bulbus näher der Curvatura minor-Seite beobachtet worden ist: 1. tiefe schöne, runde segmentäre Einziehung auf der Curvatura major-Seite; 2. gerade gegenüber dieser eine runde Nischenausbuchtung; 3. Retraktion des Bulbus in der Umgebung der Nische und am Platze des medialen Coleschen Rezesses; 4. Pyloruslumen weit geöffnet, exzentrisch belegen (d. h. an der retrahierten Curvatura minor). Hinsichtlich des Fernspasmus am Magenkorpus hat Verf. die Beobachtung gemacht, daß durch Palpation des Duodenalgeschwüres eine spastische Einziehung der Curvatura major hervorgerufen werden kann, wo vor der Kompression keine Andeutung eines solchen Spasmus vorhanden gewesen ist.

Nr. 5, S. 128. Fabry: **Kurze Mitteilungen über unsere Erfahrungen mit Radiumbehandlung.** Gute Erfolge wurden erzielt bei Hautkarzinomen, bei Lupus, besonders bei Lupus initialis und Lupus des Naseninnern, 3. bei Naevus flammeus, doch treten hier leicht braune Pigmentierungen und Gefäßektasien auf, die sich wohl mit der Zeit resorbieren. Bei Naevus papuloso-pigmentoso-trichosus waren die Erfolge erst nach längeren und wiederholten Expositionen gut. Bei spontanen Keloiden wurden

dieselben nach Kauterisation der Geschwulst mit Radium nachbehandelt. Keinerlei Rezidive. Schließlich wurden noch Fälle von Duputryenscher Fingerkontraktion und Induratio penis plastica mit gutem Erfolge behandelt.

Nr. 8, S. 212. Winter: **Über die Behandlung der spitzen Kondylome mit Röntgenstrahlen.** Verf. erzielte gute Erfolge in neun Fällen von spitzen Kondylomen. Bei sechs von ihnen waren große Konglomerate vorhanden, die auf bisher übliche Weise wegen zu starker Ausdehnung nur schwer hätten entfernt werden können. Methodik war: Intensiv-Reformapparat Veifa, Fürstenaus Coolidgeröhren 180 Kilovolt Filter 0,7 mm Zink + 1 mm Aluminium, 27—35 Minuten Bestrahlungsdauer bei 2,5 Milliampere 23 cm Fokus-Hautabstand.

Nr. 8, S. 211. Spieß: **Raumbezeichnung von Röntgenaufnahmen.** Verf. legt zur exakten Bestimmung alle drei Raumdimensionen auf der Platte fest, indem er auf jede Platte drei Bezeichnungen mittels je einen Buchstabens: I = innen, A = außen, R = rechts, l = links, v = vorne, h = hinten anbringt. Eine Verwechslung der Platten erscheint dadurch ausgeschlossen.

Nr. 11, S. 296. Böttner: **Über die Diagnose der Aneurysmen der Aorta abdominalis mit besonderer Berücksichtigung der direkten Röntgendiagnostik.** Mitteilung von zwei Fällen, in denen die Röntgenuntersuchung den klinischen Verdacht eines Aneurysma der Bauchaorta bestätigen und zwar konnte man in beiden Fällen durch genügend Vorbereitung des Patienten das Aneurysma direkt photographieren und zwar beim Nüchternbleiben gründlicher Darmentleerung und nachfolgender Magen-Darmaufblähung oder bei direkter Füllung des Abdomens mit Sauerstoff nach Goetze. Versagen wird die Röntgendurchleuchtung und -aufnahme allerdings, wenn das Aneurysma infolge wandständiger Trombosierung nicht pulsiert.

Nr. 11, S. 297. Reusch: **Die Bedeutung der richtigen Einstellung des Unterbrechers für den Tiefentherapiebetrieb.** Nach den Erfahrungen des Verfassers mit dem Quecksilber-Gasunterbrecher von Reiniger, Gebbert & Schall kann man durch Veränderung der Tourenzahl des Antriebmotors und durch Variierung der Dauer der einzelnen Stromstöße mittels eines Hebels am Unterbrecher das Stromgemisch verändern. Verf. hat den Einfluß dieser verschiedenartigen Regulierungen studiert mittels des Glockerschen Analysators und festgestellt, daß die Intensität der härtesten Strahlenkomponente bei derselben primären Belastung durch Variierung des Unterbrecherhebels bedeutend geändert werden kann bis zu einem Optimum. Wenn es auch bisher schon bekannt war, daß die Stellung des Unterbrecherhebels einen Einfluß auf die Strahlung ausübt, so wußte man doch nicht, daß der Unterschied so stark sein konnte.

Nr. 13, S. 354. Depenthal: **Doppelseitiges Mammakarzinom (Röntgenkarzinom).** Bei einer Röntgenschwester trat nach einer Röntgenschädigung beider Hände ein fortschreitendes Röntgenkarzinom des linken Armes und ein doppelseitiges Mammakarzinom auf. Wenn auch nicht mit absoluter Sicherheit feststellbar, so ist doch nach Lage des Falles die Auffassung der Mammatumoren, die histologisch ganz verschiedenen Bau zeigten, somit nicht als Metastasen eines Primärtumors aufzufassen, als Röntgenkarzinom sehr wahrscheinlich. Es gehören ja auch doppelseitige Mammakarzinome sonst zu den größten Seltenheiten. Die Therapie bestand in Amputation mit nachfolgender Bestrahlung, wodurch auch kleine Achseldrüsenmetastasen beseitigt wurden.

Nr. 13, S. 349. H. Köhler: **Unsere Erfahrungen über Karzinombehandlung.** Verf. berichtet über das Material in der Gynäkologischen Abteilung des Allgemeinen Krankenhauses St. Georg, Hamburg, besonders aus den Jahren 1912, 1913 und 1914 und kommt zu dem Resultat, daß bei jedem operablen Portio und Zervixkarzinom ausgedehnte Radikaloperation mit anschließender Röntgentiefentherapie zu machen ist. Wenn schwere parametrale Infiltrate mit vorliegen, scheint die kombinierte Ligaturmethode nach Allmann (Unterbindung der Vasa spermatica und der Arteria iliaca interna, sowie Ausräumung der Parametrien mit anschließender Röntgentiefentherapie) einen kleinen Erfolg zu erzielen. Häufig hilft auch hier intrazervikale Mesothor- und Tiefenbestrahlung mit unterstützender Diathermie-Kauterisation. Überhaupt legt Verf. auf die intrazervikale Applikation des Mesothors großes Gewicht. Vollkommen inoperable Karzinome werden mit Diathermie ausgebrannt und nachträglich bestrahlt. Das gleiche gilt von Vaginal- und Vulvakarzinomen, wenn durch alleinige Bestrahlung eine nicht genügende Einwirkung erzielt werden kann.

Berliner klinische Wochenschrift. 1918. Nr. 33, S. 783.

M. Immelmann: **Röntgenologische Erfahrungen mit Friedmanns Mittel gegen Tuberkulose.** Nach sechsjähriger Erfahrung kann Verfasser bestätigen, daß wir deutliche röntgenologische Anzeichen haben, die eine Besserung bzw. Heilung der mit dem Friedmannschen Mittel behandelten Fällen von Knochen-, Gelenk- und Lungentuberkulose erwiesen. Dieser Nachweis wird an der Hand der Röntgenprotokolle von zehn Fällen von Knochen- und Gelenk- und zehn Fällen von Lungentuberkulose erbracht.

Nr. 35, S. 829. Levy-Dorn: **Beitrag zu den für die Röntgendiagnose wichtigen Weichteilverknöcherungen.** Gelegentlich tritt in der Höhe des Trochanter minor oder etwas tiefer in den inneren Weichteilen des Oberschenkels ein vereinzelter Kalkherd von verschiedener Größe auf. Fast stets be-



standen zu gleicher Zeit Zeichen von Tuberkulose und zwar zeigt sich das Gebilde bald auf der kranken, bald auf der gesunden Seite. Wahrscheinlich handelt es sich um eine verkalkte Drüse. Weiterhin beobachtete Verfasser zahnähnliche Ossifikation bei Struma ossea. Durch Verknüpfung merkwürdiger Umstände, war hier der Anlaß, ein Verschlucken eines Zahnes anzunehmen, was eine unliebsame Fehldiagnose gewesen wäre. Bei einem dritten Fall fanden sich in der Projektionsgegend des Ureters ein bis zwei erbsengroße Schatten, die, wie die spätere Sektion ergab, verkalkte Drüsen waren.

Nr. 35, S. 927. Kutznitzky und Schäfer: **Die Röntgenbehandlung oberflächlicher Dermatosen mit dem 0,5 mm Aluminiumfilter.** In der vielumstrittenen Frage, welche Strahlenhärte auf oberflächliche Dermatosen am besten wirke und daher in der Röntgentherapie der Hautkrankheiten zur Anwendung gelangen sollte, schlagen die Verf. mit der Empfehlung der 0,5 mm Aluminiumfilter den Mittelweg ein. Das 0,5 Aluminiumfilter genügt nach ihren Erfahrungen, um die in manchen Fällen für die Haut doch gefährliche weiche Strahlenkomponente auszuschließen. Anderseits halten sie die Anwendung des 1 mm-Filters, für das sich F. M. Meyer mit Entschiedenheit einsetzte, nicht für zweckmäßig schon allein deswegen, weil damit immer als Gesamtdosis die Applikation von 25 x notwendig ist, deren absolute Ungefährlichkeit in allen Fällen, besonders auch bei universellen Dermatosen, immer noch nicht als genügend erwiesen scheint. Bei Anwendung des 0,5 Aluminiumfilters kommen sie immer mit der Gesamtdosis 10—12 x aus. Manche Dermatosen reagieren auch auf weiche Strahlen besser als auf harte. Diese Heilwirkung wird aber durch die Abfiltrierung der weichsten Strahlen kaum beeinträchtigt, ungewollte Nebenwirkungen aber sicher ausgeschlossen.

Nr. 37, S. 878. Schlesinger: **Beobachtung eines schweren Kolospasmus und eines Vorstadiums im Röntgenbilde während einer enteralen tabischen Krise.** Die Erfahrungen über die Vorgänge an Magen und Darm bei tabischen Krisen sind noch sehr unvollständig, da nur selten eine Röntgenbeobachtung während einer Krise stattgefunden hat. Um so interessanter ist der mitgeteilte Fall, in dem während der Untersuchung eine Darmkrise stattfand. Hier wurde eine Spasmus des Colon descendens im höchstmöglichen Grade beobachtet, der sich aus einer schärfsten Kontraktur der Ring- und wahrscheinlich auch der Längsmuskulatur zusammensetzte.

Nr. 44, S. 1047. Schütze: **Ein neues radiologisches Ulkussymptom bei Magenuntersuchungen.** Die sogenannte „Zähnelung" der linken Magenkontur, besonders der großen Kurvatur, stellt ein mehr oder weniger starkes zackiges Verhalten der nach links liegenden Randkonturen des Magens dar. Dieses Phänomen tritt häufig während der Röntgenuntersuchung bei Druck auf einen unterhalb der Magenkontur liegenden Schmerzpunkt auf, besonders oft bei klinischem Verdacht auf Ulcus ventriculi. Diese häufig wiederholte Erfahrung bei etwa 2000 Magenuntersuchungen brachten den Verf. zu der Ansicht, daß es sich bei dieser Erscheinung um ein Ulkussymptom handelt. Es stellt den Ausdruck eines hypertonischen Zustandes des Magens dar, durch welchen die Schleimhautfalten des Magens in geringer Tiefe quergefaltet werden und zwar wird dieses durch den Reiz eines ulzerösen Zustandes des Magens oder Duodenums hervorgerufen.

Nr. 43, S. 1021. Freud: **Zur Röntgenuntersuchung des Ulcus pepticum jejuni nach Gastroenterostomie. Magen-Jejunum-Kolonfistel auf Ulkusbasis.** Auf Grund weiterer Erfahrungen fand Verf. die bereits früher veröffentlichte Angabe bestätigt, daß Ulcera peptica jejuni nach Gastroenterostomie relativ häufig seien und leicht mit der vom Verf. angegebenen Methode der Anwendung der Duodenalsonde nachzuweisen seien. Hinzu kommt, daß man mit dieser Methode allerdings das Bestehen einer Magen-Jejunum-Kolonfistel nicht mit Sicherheit finden kann, und daß deswegen im Anschluß an die Duodenalsondenmethode immer eine irrigoskopische Untersuchung mit Kontrastbreieinlauf in solchen Fällen anzuschließen sei. In fünf Fällen konnte Verf. so das Bestehen einer Magen-Jejunum-Kolonfistel auf Grund eines Ulcus pepticum jejuni nachweisen.

Nr. 46, S. 1091. Hercher: **Die Behandlung der Lymphdrüsentuberkulose. Röntgenbehandlung, Behandlung mit Phenolkampfer und Punktion.** Jede Behandlungsmethode — die allgemeine wie die lokale — ist bei Lymphdrüsentuberkulose berechtigt, nur nicht die operative. Jodeisensirup, Lebertran, Soolbäder, Aufenthalt an der See, Sonnenkur und Höhenbehandlung, künstliche Höhensonne u. a. werden angewendet. Das Mittel der Wahl bleibt bis auf weiteres die Röntgenbehandlung mit harten Strahlen. Große Drüsenpakete lösen sich in kleine auf und erweichen teilweise. Diese sind dann wie kalte Abszesse mit Punktion zu behandeln. Inzision muß auf jeden Fall unterbleiben, da sonst Mischinfektion auftritt. Wo aus äußeren Gründen die Röntgenbehandlung nicht durchgeführt werden kann, ist das Verfahren der Reizbehandlung mit Phenolkampferinjektionen mit späterer Punktion zu empfehlen.

Nr. 49, S. 1172. Holzknecht: **Die Therapie der Röntgenhände.** Die Hyperkeratose der Haut nach Beschäftigung mit unfiltriertem Röntgenlicht sind präkanzeröse Bildungen. Sie wurden bisher mit Ätzungen und Exstirpation behandelt. Nach den Erfahrungen mit sonstigen senilen Epitheliomen und präkanzerösen Bildungen bestrahlte Verf. an den eigenen Händen und den von Kollegen ungefähr 50 Keratosen und 10 ulzerierende rasch wachsende Epitheliome mit gutem Erfolg mit filtriertem Röntgen-

licht bzw. mit Radium. Das erstere 10—12 H durch 4 mm Aluminium einmal oder 2—3 mal 6 H bei demselben Filter mit 14tägigen Intervallen. Das Radiumpräparat enthielt pro cm² Bodenfläche 4 mgr Radiummetall zu 0,2 mm Silber. Die weitere Filtration hat 0 bis 1 mm Aluminium bis 1 mm Messing betragen. Dauer der Applikation war 1—$1^1/_2$—8 Stunden. Der Erfolg war bei Röntgen- und Radiumbestrahlung beiderseits gleich gut.

Nr. 52, S. 1237. Fritz M. Meyer: **Die Röntgenbehandlung der Hyperhidrosis localis mit harten Strahlen.** Die Ansicht mancher Hauttherapeuten, daß der Wert der Röntgenbehandlung bei Hyperhidrosis gering sei, beruhte auf der Anwendung weicher Strahlung. Die neuen Erfahrungen ergaben aber den Standpunkt, daß nur hochfiltrierte Strahlung imstande ist, regelmäßig dieses Leiden zu beseitigen. Verf. bestrahlt mit der primären Härte von 12 Wehnelt und 4 mm Aluminiumfilter. In den einzelnen Sitzungen appliziert er meist 170 F, und wiederholt dieses viermal in wöchentlichen Zwischenräumen. Man darf aber auch hier nicht schematisieren. Wichtig ist bei größeren Flächen die Einteilung in Felder, damit mit Sicherheit jede einzelne Schweißdrüse vom Zentralstrahl getroffen und abgetötet werden kann. Die Behandlung ist zwar häufig langdauernd, aber bei Beachtung aller technischen Vorschriften wird man kaum einen Versager erleben.

1919. Nr. 9. Rautenberg: **Pneumoperitoneale Röntgendiagnostik der Nieren.** Er betont, daß er seit dem Jahre 1914 die Luftfüllung des Leibes bei der Röntgendiagnostik angewendet hat, auch bei Fällen, bei denen keine Bauchpunktion stattgefunden hat, und betont sein Prioritätsrecht gegenüber Götze. Die Darstellung der Nieren bei dieser Methode findet am besten in seitlicher Lage des Patienten statt und zeigt in manchen Fällen recht gute Resultate hinsichtlich der Größe und Form der Nieren gegenüber der bisherigen Weise der Nierenröntgenographie. Möller (Hamburg).

Deutsche med. Wochenschrift. 1919. Nr. 14.

Otto Strauß: **Die Wirkung der Strahlenbehandlung bei Epilepsie.** Einer 22jähr., an schwerer Epilepsie leidenden Kranken, welcher auch die operative Behandlung (Exzision des Krampfzentrum für den rechten Arm) nur geringe Besserung gebracht hatte, hat Verf. in vier Sitzungen mit je vier Wochen Pause vier Erythemdosen harter, gefilterter Strahlen verabreicht. Bestrahlt wurde die linke Zentralfurche unter Abdeckung der übrigen Schädelpartien. Der Erfolg war ein sehr großer; die schweren mit Bewußtseinsverlust einhergehenden Anfälle schwanden, nur ab und zu traten leichte klonische Zuckungen auf.

Nr. 8. Adolf Schmidt: **Ein neues Verfahren zur Röntgenuntersuchung der Bauchorgane.** Eine hinterlassene Arbeit des verstorbenen Klinikers Adolf Schmidt enthält die Erfahrungen, welche Schmidt bei der Anwendung des von Götze angegebenen Verfahrens zur Röntgenuntersuchung der Bauchorgane gewonnen hat. In der von Schmidt modifizierten Weise (Einblasung gewöhnlicher Luft in die Bauchhöhle mittels Troikar und Gebläse) leistet die Methode sehr gute Dienste und kann als völlig ungefährlich bezeichnet werden. Vor allen Dingen lassen sich Erkrankungen der Leber und Gallenblase vor dem Röntgenschirm deutlich erkennen, auch Veränderungen der Milz heben sich scharf ab, Adhäsionen des Magens und der Därme mit der vorderen Bauchwand treten namentlich bei gleichzeitiger Luftaufblähung der genannten Organe deutlich hervor.

Rautenberg: **Pneumoperitoneale Röntgendiagnostik.** Rautenberg hat unabhängig von Götze seit Herbst 1913 das Verfahren des künstlichen Pneumoperitoneum zur Röntgendiagnostik der Erkrankungen der Bauchorgane verwandt und gleichgünstige Resultate wie Schmidt erzielt. Die meisten Bauchorgane, einschließlich der Nieren, lassen sich nach Füllung der Bauchhöhle mit Luft deutlich erkennen und krankhafte Veränderungen werden wesentlich besser und deutlicher, als es bisher möglich war, sichtbar gemacht. Allerdings glaubt R., daß das Verfahren sich nur für den erfahrenen Kliniker eigne.

Nr. 11. Nagy: **Zur Heilwirkung der Strahlenbehandlung bei Epilepsie.** Verf. stellt folgende Hypothese auf: Das Nervensystem eines Epileptikers befindet sich vor dem Anfall unter erhöhter Spannung, der Anfall selbst erinnert an eine oszillierende Funkenentladung. Dementsprechend kann man annehmen, daß die Röntgenbestrahlung des Schädels eine Ionisierung der Gehirnpartien bewirkt, wodurch eine erhöhte Leitfähigkeit und weiterhin die Möglichkeit einer sukzessiven, blanden Entladung gegeben wird.

Habilitationsschrift. Berlin 1919.

Weingärtner: **Physiologische und topographische Studien am Tracheo-Bronchialbaum des lebenden Menschen.** Verfasser hat sich in seiner Habilitationsschrift die Aufgabe gestellt, die Physiologie, vor allem die Bewegungsvorgänge am Bronchialbaum des Menschen mit Hilfe der neueren Untersuchungsmethoden zu studieren. Mittels sinnreicher Abänderungen am Bronchoskop wurden z. B. die Bifurkationsbewegungen nachgewiesen und ihre Größe festgestellt. Es würde zu weit führen, hier auf Einzelheiten näher einzugehen; für den Röntgenologen wird von besonderem Interesse sein, daß es Verfasser gelungen ist, durch Einblasen von Thorium ox. anhydr. vom Bronchoskop aus den Bronchialbaum im Röntgenbilde darzustellen. Metzger (Frankfurt a. M.).

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

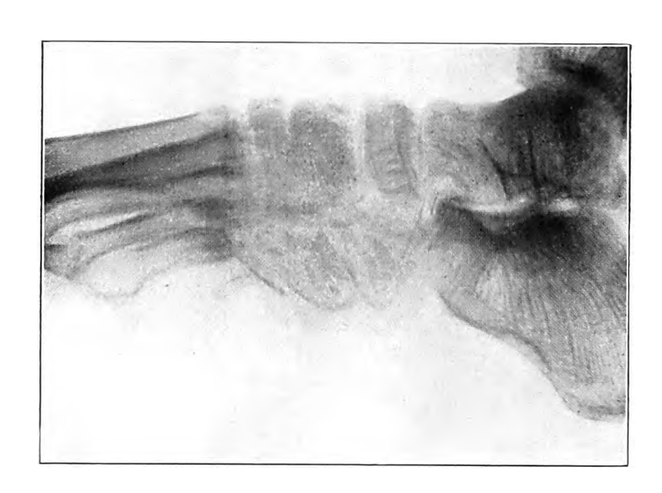


Fig. 4.



Fig. 5.

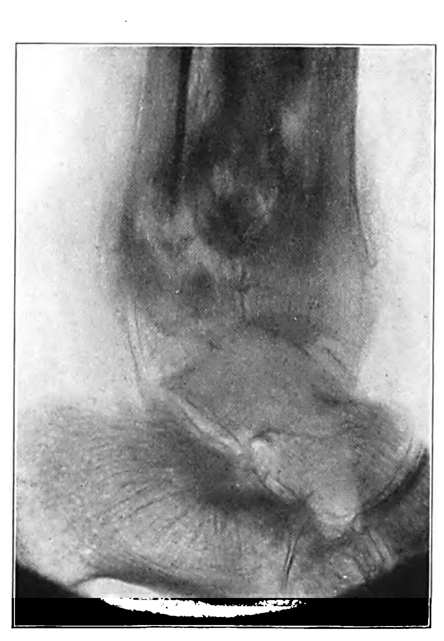


Fig. 6.

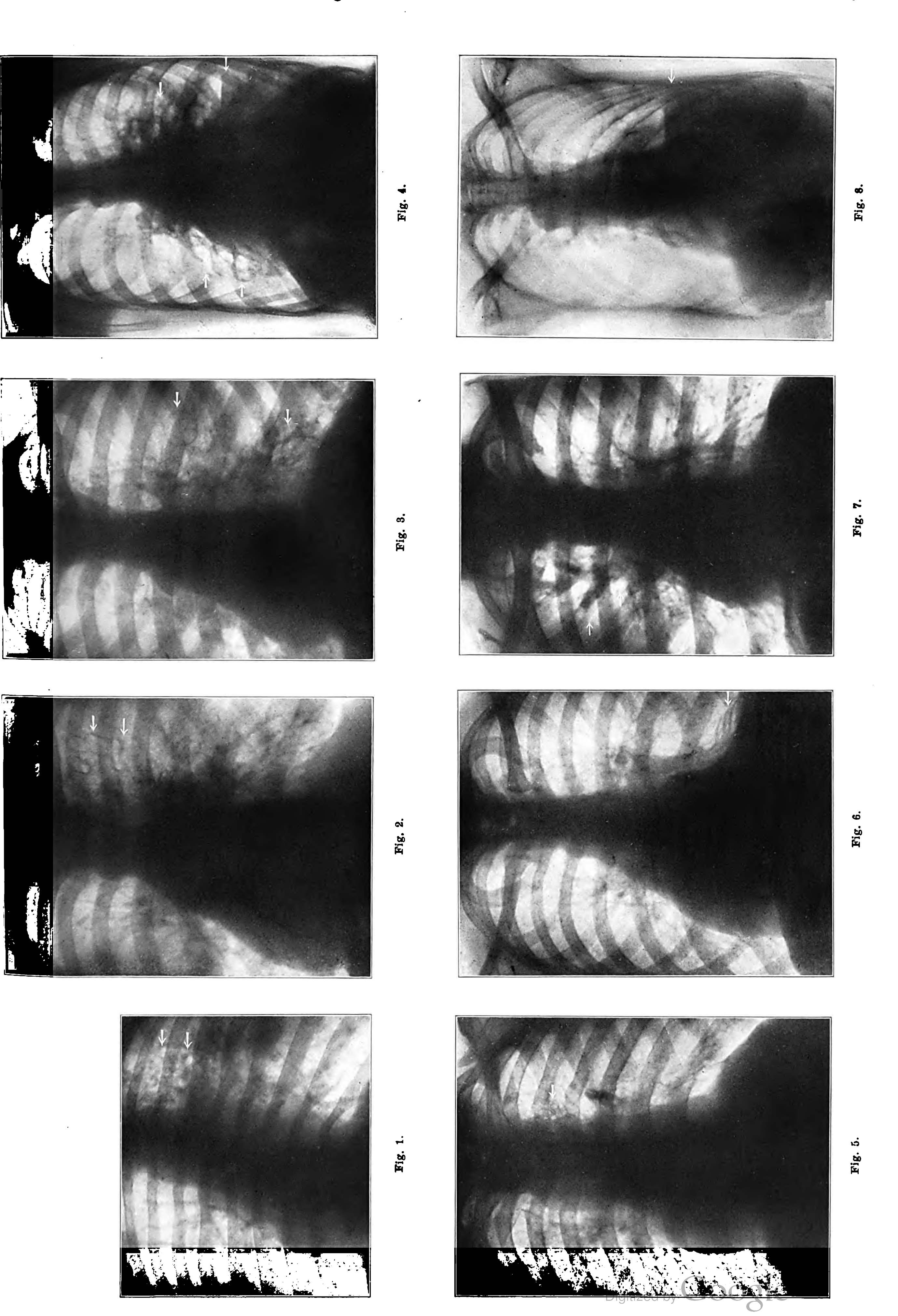


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

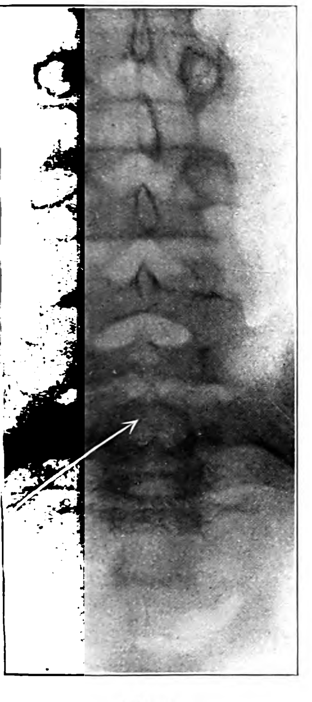
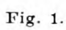



Fig. 1.

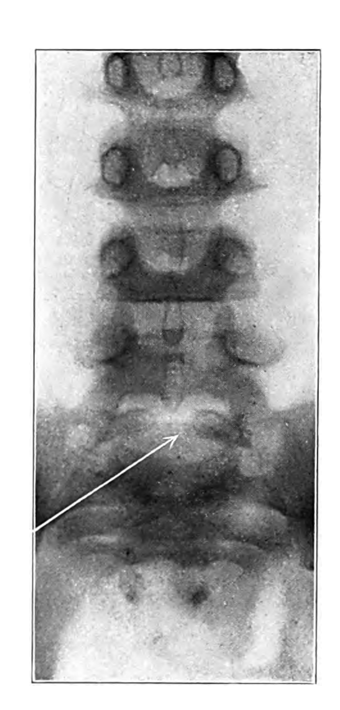


Fig. 2.

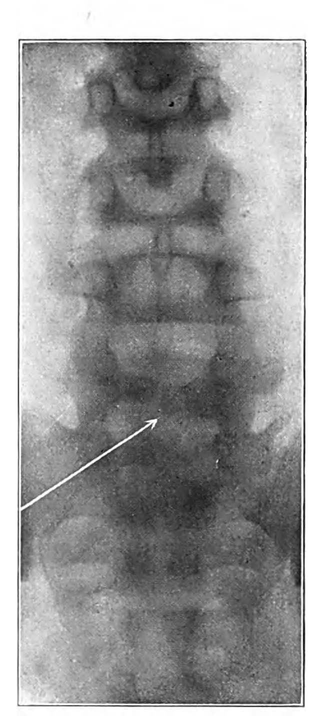


Fig. 3.

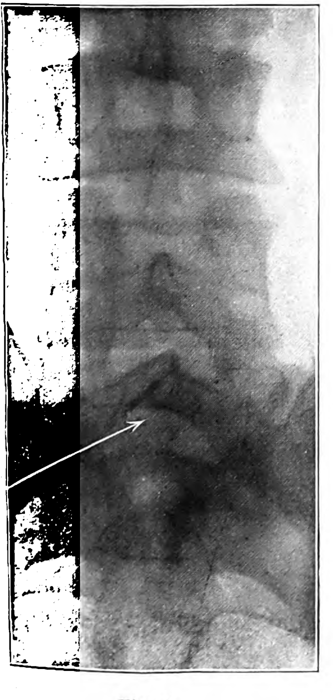


Fig. 4.

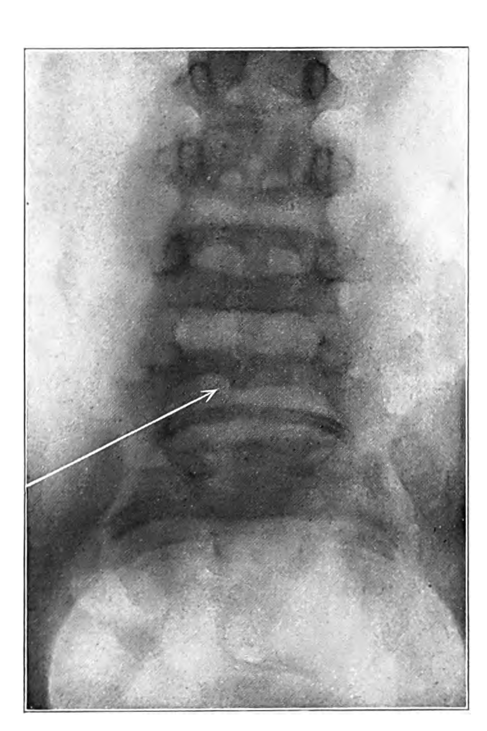


Fig. 5.

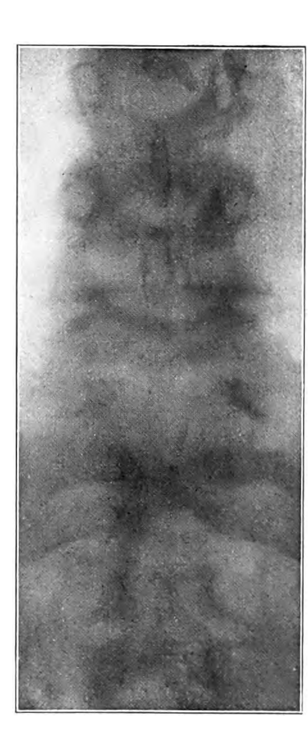


Fig. 6.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

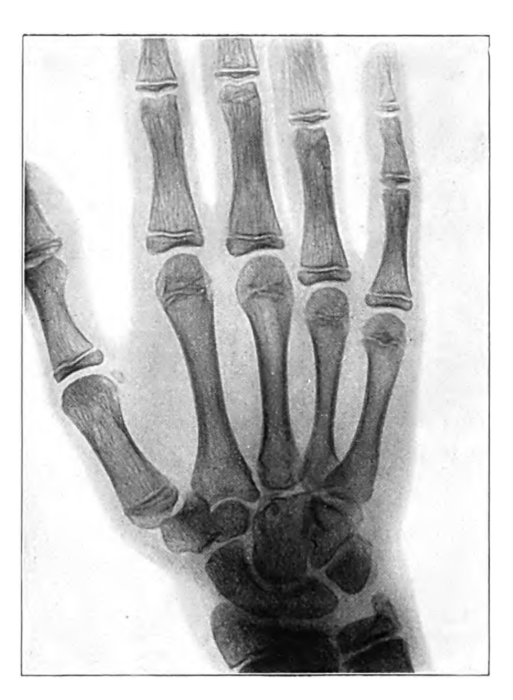


Fig. 4.

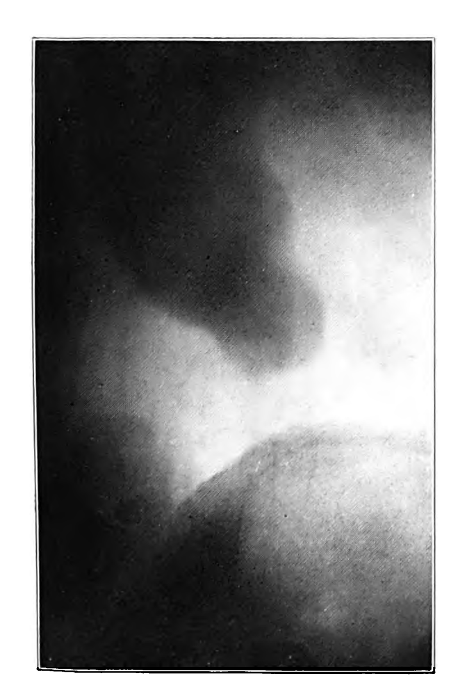


Fig. a



Fig. b.

Aus dem Stubenrauch-Kreiskrankenhaus Berlin-Lichterfelde.

Fortschritte der pneumoperitonealen Röntgendiagnostik.

Von

Professor **E. Rautenberg.**

(Mit 8 Bildern auf Tafel XIX und XX.)

Die Luftfüllung der Bauchhöhle zum Zwecke der Röntgendiagnostik ist von mir im Jahre 1913 begonnen und 1914 beschrieben worden[1]). In den verlaufenen 5 Jahren habe ich diese Methode dauernd an klinischem Material erprobt und systematisch zur klinischen Diagnostik bei Erkrankungen der Bauchorgane angewandt und weiter ausgebaut[2]). In folgendem beabsichtige ich nunmehr, die mannigfaltigen Fortschritte, die diese Röntgenmethode in meinen Händen technisch und diagnostisch gemacht hat, diesem Leserkreis von Röntgenfachleuten vorzutragen und, was ja sehr wesentlich ist, bildlich darzustellen.

Zunächst wurde diese Methode nur bei Erkrankungen, die mit Aszites kompliziert waren, angewandt, d. h. es wurde nach Entleerung der Flüssigkeit das Abdomen in einfachster Weise mit Gas oder Luft gefüllt. Besondere Indikationen brauchten bei dieser einfachen Methode kaum gestellt zu werden, maßgebend allein war die Absicht, die Verhältnisse systematisch bei dieser Methode zu erforschen. Aber schon bei meiner ersten Publikation konnte ich einen weiteren Fortschritt in der Anwendung der Methode berichten, nämlich die Anwendung der Methode bei trockener Peritonealhöhle. Im übrigen hat die zunächst erwähnte Anwendung und Beschränkung der Methode auf Aszites-Kranke der Erforschung gute Dienste geleistet, da die Methode gerade bei diesen Kranken so einfach anzuwenden und jedenfalls gänzlich ungefährlich war. Sie hat die Grundlage für den Ausbau des Verfahrens gegeben.

Die Indikationen zu dem Eingriff bei solchen Kranken, die keinen Aszites hatten, war anfangs naturgemäß sehr vorsichtig gestellt worden, sie haben sich aber später sehr erweitert, mit zunehmender Erfahrung über die Ungefährlichkeit der Methode, über Leichtigkeit ihrer Anwendung und über Reichhaltigkeit ihrer Ergebnisse. Wesentlich hat dazu auch beigetragen die zunehmende Vereinfachung der Methode, die zurzeit ohne jedes besondere Instrumentarium ausführbar und unten beschrieben ist. Teilweise allerdings habe ich die Indikation zu der Methode auch einschränken können, da die Fortschritte meiner Erfahrung mir in bestimmten Fällen schon im voraus sagen, daß in einem bestimmten Falle diagnostische Neuigkeiten nicht oder kaum zu erreichen sein dürften.

Die Grundlage der Methode beruht auf der Anwendung der Luft als Kontrastmittel, wie es ja in der Röntgendiagnostik bei einzelnen Hohlorganen (z. B. Harnblase, Kniegelenk) schon längere Zeit angewandt wird. Inzwischen habe ich aber auch eine grundsätzliche Änderung über diese Meinung vornehmen müssen, da es klar geworden ist, daß es nicht nur das Kontrastmittel ist, welches in Form von Gas oder Luft die Sichtbarkeit der Bauchorgane ermöglicht, sondern daß noch eine sekundäre Erscheinung für diese Erkennbar-

---

[1]) Rautenberg, Verhandl. d. Deutsch. Kongr. f. innere Med Wiesbaden 1914.

[2]) Ders., Deutsch. med. Wchschr. 1914, 24. — Berl. klin. Wchschr. 1914, 36. — Ebenda 1917, 1, S. 22. — 1919, 9 u. 24. — Deutsch. med. Wchschr. 1919, 8. — D. Arch. f. klin. Med. Bd. 129, 1919.

keit wichtig ist, nämlich die Auftreibung und Erweiterung der Bauchhöhle durch die eingetriebene Luft, so daß sie sozusagen für ihren Inhalt zu groß wird, und daß die Bauchorgane nun bei verschiedener Lagerung des Kranken aus der gewohnten Lage herausrutschen und bestimmte Lageveränderungen vornehmen. Besonders sind es die soliden Organe, die für die Diagnostik in Betracht kommen, während die Hohlorgane bei dieser Untersuchungsmethode weniger erforscht werden können und im allgemeinen sogar ein Hindernis für manche Untersuchung darstellen. So bildet das Konvolut des Magendarmkanals eine Art Ballast, den man gern beseitigt und jedenfalls möglichst aus dem Gesichtsfelde befördert haben möchte.

Aus diesen Gründen ist es besonders wichtig, Magendarmkanal und Blase vor der eigentlichen Untersuchung zu entleeren, damit eben dieser Ballast möglichst gering an Umfang ist. So ist im Laufe der Zeit für diese Untersuchung ein Haupterfordernis geworden, daß der Patient nüchtern ist, und daß der Darm und die Harnblase vorher entleert sind. Damit ist nicht gesagt, daß nicht gelegentlich auch Bismut- oder Luftfüllung des Magendarmkanals bei künstlichem Pneumoperitoneum diagnostisch verwendbar wären, es werden diese aber immer die selteneren Fälle sein. Die Haupttriumphe feiert diese Untersuchungsmethode, wie gesagt, bei der Untersuchung der soliden Bauchorgane; sie zeitigt Ergebnisse, die auf keine andere Weise erzielbar sind. Bei den Hohlorganen genügen meist die alten Methoden.

Die Luftfüllung des Peritoneums bedingt, daß Leber, Milz, Zwerchfell und auch die Nieren sich mit ihren Konturen gegen den hergestellten Luftraum in ganzem Umfange oder auch nur teilweise abheben und die Gestaltveränderungen an diesen Organen erkennen lassen. So ist es ohne weiteres verständlich, daß Größenveränderungen und besonders Oberflächenveränderungen (Einsenkungen, Höckerbildungen) sehr gut darstellbar sind. Aber auch die Konsistenz der Organe ist, wie die Erfahrung gelehrt hat, und zwar in ganz außerordentlicher Deutlichkeit, wahrnehmbar. Besonders ist dieses von der Leber der Fall, die sich bei normaler Konsistenz ihrer Unterlage glatt anschmiegt und ihre gewöhnliche gewölbte Form dabei aufgibt, während sie bei zunehmender Induration die einmal eingenommene Form starr beibehält. Die unten angeführten Einzelfälle werden das Gesagte besser als jede Beschreibung es vermag, verbildlichen.

Bei der Luftfüllung des Bauches ist zu unterscheiden zwischen feuchter und trockener Peritoneal-Höhle, Bei ersterer ist die Luftfüllung nach Entleerung des Ascites höchst einfach. Man verbindet den Troikart mit einem Schlauche, der aus der Flasche sterilisierte Luft oder Stickstoff zuführt (Pneumothorax-Verfahren). — Auch bei Kranken mit trockenem Peritoneum habe ich diese Methode (Einstich mit Troikart) zunächst übernommen und drei Jahre lang benutzt, ohne jemals einen unangenehmen Zufall zu erleben. Später habe ich dieses immerhin robuste Verfahren verfeinert und vereinfacht, und die Methode ist jetzt folgende: Jodpinselung zwischen Nabel und Symphyse, kutane Kokainisierung, Beckenhochlegung. — An einem gewöhnlichen Doppelgebläse, dessen Ventil zur Entkeimung der Luft mit Watte und Gaze überzogen ist, wird eine 4 cm lange, 1—2 mm dicke Kanüle befestigt. Sie wird langsam senkrecht durch die Bauchhaut geführt, während die linke Hand den geblähten zweiten Ballon umfasst. Im Augenblicke des Eintritts der Kanülenspitze in die Bauchhöhle fühlt man den Nachlaß der Ballonspannung und drückt ihn vollends aus, und so weiter bis man 1—2 Liter Luft eingeblasen hat. Schon durch die erste eintretende Luft wird die Kanülenspitze zusammen mit der vorderen Bauchhaut sichtbar hochgehoben, und so jede innere Verletzung vermieden. [Nach genügender Füllung der Bauchhöhle wird die Nadel eventuell entfernt, nach Beendigung der Untersuchnng wieder eingestochen.] Zum Schlusse entleert man das Pneumoperitoneum. Die Luft entweicht dann unter zischendem Geräusch, namentlich wenn man durch Druck auf die Bauchwand pressende Bewegungen macht. Etwaige Luftreste werden von der Bauchhöhle in etwa acht Tagen resorbiert. — In letzter Zeit wende ich öfters eine Kombination des neuen und des alten Verfahrens an, das namentlich bei strammen Bauch-

decken manche Vorteile hat, z. B. wird nach der ersten Lufteinblasung die dünne Nadel entfernt und an ihrer Stelle ein 3 mm dicker Troikart eingestochen, dessen Hülse man mit dem Gebläse in Verbindung bringt. Sie bleibt während der Untersuchung liegen. Jedenfalls bedarf es zur Herstellung des Pneumoperitoneums keines besonderen Instrumentariums. Mit den üblichen einfachsten Instrumenten und dem Gummigebläse läßt sich das Verfahren ausführen. — Einige Male habe ich nach Herstellung des Pneumoperitoneums im Krankenbette 24 Stunden abgewartet und die Untersuchungen erst am nächsten Tage vorgenommen. Die Beschwerden des Patienten bei den Verlagerungen, Drehungen und Aufrechtstehen sind dann noch geringer als bei sofortiger Untersuchung.

Natürlich ist dieses Verfahren bei Patienten mit vorher leerem Peritoneum und strammen Bauchdecken nicht ganz ohne Beschwerden anwendbar, ich verweise dieserhalb auf das an anderen Stellen schon Gesagte. Die Beschwerden sind aber im allgemeinen geringfügig, jedenfalls viel geringer, als man es von vornherein erwarten könnte. Für die nun folgende Röntgenuntersuchung mit Hilfe des Durchleuchtungsschirmes, eventuell unter Zuhilfenahme der Photographie, ist es nun von Wichtigkeit, zu wissen, daß die Organe der Bauchhöhle auf diese Lufteinblasung in typischer Weise mit bestimmter Verlagerung antworten: Die Bauchhöhlentopographie verändert sich in bestimmter Weise! Ich betrachte es auch als einen Fortschritt, daß wir die Gesetzmäßigkeit dieser typischen Verlagerung nunmehr kennen gelernt haben. Die Art und der Umfang der Verlagerung der einzelnen Organe sind abhängig von den Gesetzen der Schwere und von der Beweglichkeit des Organes, der in den natürlichen Aufhängeapparaten eine Grenze gesetzt ist. Es ist durchaus notwendig, diese typische Verlagerung zu kennen, um den Organschatten als Organ deuten und, um aus ihr oder aus ihrer Abweichung diagnostische Schlüsse ziehen zu können. Nicht weniger wichtig ist es, die normale Form (z. B. der Leber) in dem hergestellten Pneumoperitoneum zu kennen.

Auch die Größenverhältnisse der einzelnen Organe sind von Wichtigkeit, aus diesem Grunde ist es, wie die Erfahrung gelehrt hat, notwendig, den Plattenabstand vom Fokus der Röntgenröhre einheitlich anzusetzen; ich schlage vor: 60 cm. Erfahrungsgemäß beträgt dabei die Vergrößerung des Organs auf der Platte gegenüber der eigentlichen Organgröße etwa $^1/_{10}$. So kann aus der Photographie die Organgröße einfach berechnet werden. Am rechten Leberlappen ist die Feststellung des Längen- und Dickenmaßes wichtig, an den Nieren die Feststellung der Länge und Breite, bei der Milz kommt vergleichsweise nur das Längenmaß in Betracht, da die eigentliche Dicke des Organs z. B. in aufrechter Stellung des Patienten, wegen der Diagonalstellung der Milz, unsicher ist.

Weiter hat die Erfahrung gelehrt, daß Leber und Milz am besten in aufrechter Stellung oder in entsprechender Seitenlage darstellbar sind, und zwar in dorsoventraler Richtung. Die Nieren dagegen sind besser in Seitenlage des Patienten und ventro-dorsal zu erkennen. Oft liegen sie völlig frei im Luftraum, oft aber sind sie durch Leber und Milz leider teilweise verdeckt. Daß die Größenverhältnisse und die Umrißformen für die Diagnostik besonders wichtig sind, bedarf keiner besonderen Erwähnung. Von Wichtigkeit ist aber die Erfahrung, daß der Umriß des Organs diagnostische Schlüsse auf seine Konsistenz möglich macht. Ein weiterer Fortschritt ist die Erkenntnis der Schwierigkeit der Darstellung der Gallenblase. Darauf komme ich weiter unten noch zu sprechen.

Weitere Fortschritte sind zu vermerken bei der Technik der Röntgendurchleuchtung. Denn es hat sich immer mehr herausgestellt, daß diese Durchleuchtung hinter dem Fluoreszenzschirm der wichtigste Akt der ganzen Untersuchung ist. Denn bei dieser Durchleuchtung geschieht die eigentliche Orientierung über die allgemeinen und speziellen Verhältnisse in der Bauchhöhle, und es ist wichtig, nicht nur in einer Richtung zu durchleuchten, sondern den Patienten zu drehen und zu wenden, um kleinere Organveränderungen nicht zu übersehen. Zum Beispiel kommt es vor, daß eine Tumorbildung

der Leber oder örtliche Verwachsungen nur in Seitenlage, nicht aber in aufrechter Stellung des Kranken sichtbar ist. Auch ist es wichtig, zu wissen, daß die eigentliche Identifizierung eines Organschattens als zu einem bestimmten Organ gehörig eben bei der Durchleuchtung geschieht. Als einen weiteren Fortschritt betrachte ich die Beobachtung, daß eigentliche Photogramme mit zunehmender Erfahrung immer weniger notwendig werden, und daß die dem Anfänger am meisten imponierenden Übersichtsbilder immer seltener hergestellt zu werden brauchen. Die Erfahrung über die typischen Lageveränderungen und die typischen Formen der Organe ermöglicht diese Ersparnis. An ihre Stelle tritt die Photographie mit der Spalt- oder Tubusblende, um scharfe Konturen zu erzielen und besondere Einzelheiten, Feinheiten oder atypische Bilder festzuhalten.

An der photographischen Technik hat sich bei mir nichts geändert: Funkeninduktor, Momentaufnahme, $^{6}/_{10}$ bis $^{8}/_{10}$ Sekunde mit Wehneltstift, Bikathodenröhre, Fokusabstand 60 cm eine Röntgenplatte und Folie. Sämtliche Aufnahmen in Atmungsstillstand (Exspiration).

Die folgenden Einzeldarstellungen sollen die Fortschritte unserer Erkenntnis verbildlichen. Zur Würdigung des vollen Maßes unserer Ergebnisse verweise ich im übrigen auf meine letzt erschienene, zusammenfassende Darstellung[1]) und auf vier frühere und vier neuere Abbildungen[2]).

a) Die Kugelleber.

In einer früheren Publikation habe ich ausgeführt, daß die sogenannte Stauungsleber in typischer Form als Kugelleber erkennbar ist, d. h. der rechte Leberlappen liegt hochgewölbt da, hat eine glatte Oberfläche und behält auch in aufrechter Stellung des Kranken beim Herabhängen diese Rundung bei. Eine gleiche Form, zum Teil in noch viel gewaltigerem Größenverhältnis, bietet die Leber bei langdauerndem Verschluß der Gallenwege (s. Fig. 1).

Fall 1. A. K., 52 J., 7. V. 14. Vor 5 Jahren Gallensteinkolik mit Ikterus, seit 2 Monaten erneute Schmerzen, schwerer Ikterus, starke Tympanie. Leber und Gallenblase nicht fühlbar, Stuhl scholisch und bluthaltig. 8 Tage später Auftreten eines Aszites, so daß Bauchpunktion nötig wird. 4 Liter Flüssigkeit, ikterisch-hämorrhagisch. Leber 4 Querfinger unter dem Rippenbogen mit stumpfem Rande fühlbar. Die Diagnose bleibt unklar. Es liegt Verdacht auf Karzinose vor, ohne daß er näher begründet werden kann. Pneumoperitoneum: Leber hochgewölbt daliegend, Oberfläche glatt, rechter Leberlappen 24 cm lang, 10 cm dick. Unterer Leberrand ist teilweise erkennbar, die Gallenblase jedoch nicht. Auch jetzt kann die Diagnose nicht über die Annahme eines Verschlusses der Gallenwege hinaus. Immerhin ließ sich der Verdacht auf Leberkarzinom ausschließen und die Diagnose schwankt nur noch zwischen Verschluß der Gallenwege durch Gallenstein oder durch Karzinom. Schneller Verfall und Exitus. Bei der Autopsie: Gallenblasenkarzinom, das zum Verschluß der Gallenwege geführt hat. Die Gallenblase ist mit Steinen gefüllt und perforiert.

Es ist wichtig zu wissen, daß die sogenannte Kugelleber durch einfache Stauung im Gebiet des rechten Herzens hervorgerufen werden kann und ebenso durch langdauernden Verschluß der Gallenwege. Diagnostisch entscheidet der Ikterus.

b) Karzinomleber.

Meine ersten Beobachtungen zeigten mir durchweg starke Vergrößerungen der Leber durch sekundäre Metastasenbildungen. (In einer Beobachtung war der rechte Leberlappen 33 cm lang und 19 cm dick.) Spätere Beobachtungen belehrten darüber, daß das Organ dabei von normaler Größe, ja sogar verhältnismäßig klein sein kann.

Fall 2. G. Sch., 54 J., Eisenbahner. 19. V. 15. (Fig. 2.) Große Abmagerung, Schwäche. Von einer Universitätsklinik mit unklarer Diagnose eingeliefert, ein Monat später undeutliche Resistenz in der rechten Oberbauchgegend, als dem Pylorus angehörig gedeutet. Pneumoperitoneum: Leber völlig verunstaltet, grobhöckerig, hochgewölbt, rechter Lappen 21 und 8 cm. Die Diagnose lautet nunmehr: Leberkarzinom, wahrscheinlich primär, und die Autopsie bestätigt dieses: Leber von mannig-

---

[1]) Deutsch. med. Wochenschr. 1919, 8.

[2]) Ebenda 1914, 24 u. D. Arch. f. klin. Med. Bd. 129, 1919.

fachen Krebsknoten durchsetzt, rechter Lappen 18 cm lang und 8 cm dick; primäres Leberkarzinom. Ich weise auf die große Sicherheit hin, mit der in diesem Falle durch das Pneumoperitoneum die Diagnose gestellt werden konnte. Die Größe des rechten Leberlappens war also hier normal.

So leicht wie in diesem Falle ist die Diagnosestellung nicht immer. Wie ich oben erwähnte, darf man nicht verfehlen, bei Durchleuchtung die Leber in jeder Stellung abzusuchen. Den Grund zu dieser Forderung gibt folgende Beobachtung:

Fall 3. R. J., 36 J., 3. VI. 14. Klinische Diagnose: Magenkarzinom, wahrscheinlich (wegen Leberschwellung) mit Metastasen in der Leber. Im Pneumoperitoneum: Leber vergrößert, aber glatt. Die Untersuchung soll abgebrochen werden, als schließlich doch noch in sitzender Stellung des Patienten durchleuchtet wird. Auf der Kuppe des rechten Leberlappens ist jetzt eine größere Erhebung (8 cm breit, 1,5 cm hoch) erkennbar und ebenso eine kleinere (3 cm, 0,5 cm). Auch diese Beobachtung bedeutet einen Fortschritt in unserer Erfahrung, d. h. in jeder Stellung und so genau wie möglich durchleuchten!

c) Schrumpfleber.

Ich verweise in der Beziehung auf eine früher publizierte Abbildung und bringe weiterhin eine Beobachtung über eine in jeder Beziehung typische Leberschrumpfung.

Fall 4. W. K., 47 J., Pförtner, 7. V. 15. Botator, Aszites, Bauchpunktion. 3,5 L. klarer Flüssigkeit (kalte Essigs. Probe neg.), Leber nicht fühlbar, Milz sehr vergrößert und hart. Diagnose: Leberzirrhose. Pneumoperitoneum (3 L. Luft), Leber außerordentlich klein, stark gewölbt und deutlich kleinhöckerig. Der rechte Lappen auf der Platte 18 cm lang und 8 cm dick. Milz enorm vergrößert, glatt, 21 cm lang. Schneller, maligner Verlauf, die Autopsie bestätigt die Diagnose.

Der beschriebene Fall kann als in jeder Beziehung typisch gelten. Sehr viel schwieriger war die Stellung der Diagnose in dem folgenden Falle, er beweist, daß man bei gehöriger Aufmerksamkeit mit Hilfe des Pneumoperitoneums eine Frühdiagnose stellen kann.

Fall 5. K. G., 52 J., Wächter, 15. III. 15. Starker Aszites, bei der Punktion 5 L. klarer Flüssigkeit (kalte Essigs. Probe neg.), Leber normal groß, hart, Oberfläche glatt, Milz nicht vergrößert. Die Diagnose Leberzirrhose bleibt etwas fraglich. Pneumoperitoneum von 4 L. Luft: Leber in linker Seitenlage gut sichtbar, leicht gewölbt daliegend, rechter Lappen 24 cm lang, 8 cm dick. Oberfläche ganz leicht uneben, die Milz kaum vergrößert. Immerhin ist wegen der eben beschriebenen Unebenheit die Diagnose Leberzirrhose gesichert, wenn die Leber auch noch recht groß erscheint. In der Folge verkleinert sich die Leber langsam, die Milz vergrößert sich, und als am 30. VI. der Exitus eintrat, war das Bild der Leberzirrhose typisch geworden.

d) Peritonealerkrankungen.

Die Bauchfelltuberkulose macht sich sehr früh durch Verwachsungen der Bauchorgane untereinander bemerkbar, besonders verkleben die Darmschlingen sehr schnell mit einander oder auch mit der vorderen Bauchwand. Die Erkrankungen des Peritoneums an Karzinose dagegen sind sehr viel charakteristischer. Außer einem Fall von Zwerchfellkarzinose, den ich früher schon bildlich dargestellt habe, verfüge ich über Beobachtungen von sichtbaren Karzinomknoten in den Bauchdecken, besonders über deutliche Bilder von Carcinosis des großen Netzes. Folgende Beschreibungen und Abbildungen sollen dieses illustrieren:

Fall 6. K. J., 46 J., Witwe (Fig. 3). Seit 3/4 Jahr Unterleibsbeschwerden, hochgradige Kachexie großer Tumor im kleinen Becken, hart und höckrig. Auch die Leber grobhöckrig. Im Pneumoperitoneum ist in Seitenlage ein großer Tumor des Beckens (Ovarialkarzinom) erkennbar, und ebenso die schon vorher palpierte Grobhöckrigkeit der Leber. In Rückenlage der Patientin imponieren besonders stark in der vorderen Bauchwand sitzende Tumoren, die als peritoneale Karzinomknoten zu deuten sind, und von denen aus eine Reihe von Verwachsungssträngen durch den Luftraum hindurch zu dem darunter liegenden Konvolut der Darmschlingen zieht. Die spätere Autopsie bestätigt die Diagnose.

Fall 7. E. B, 60 J., Privatiere. Starke Abmagerung und Verfall, Aszites, Rektum in knollige Tumoren eingebettet. Entleerung von 6 L. blutig seröser Flüssigkeit. Jetzt ist in der Mitte des Leibes ein quer verlaufender, länglicher und höckriger Tumor fühlbar, der als karzinomatöses verdicktes Netz angesprochen wird. Die Leber und Milz nicht fühlbar. Pneumoperitoneum: Leber



und Milz normal groß, glatt, nirgends verwachsen. Dagegen in der Mitte des Leibes, getrennt von der Leber und vor den Därmen, ein deutlicher, höckriger Schatten, der als Netztumor erkannt wird. Kuppe der Gallenblase vom unteren Leberrande schlaff herabhängend. Die Diagnose ist durch das Pneumoperitoneum nicht gerade gefördert, aber doch gestützt. 23. V. Exitus. Die Sektion bestätigt die Diagnose auf Carcinosis des Peritoneums, besonders des Netzes.

Für uns ist die Feststellung wichtig, daß Karzinomknoten im Zwerchfell, in der Bauchwand und Netztumoren röntgenologisch darstellbar sind.

e) Gallenblasenerkrankungen.

Im Beginne meiner Untersuchungen stand als Ziel der Methode die Photographie der Gallenblase an erster Stelle. Die Schwierigkeiten der Darstellung und die Versuche, diese Schwierigkeiten zu überwinden, waren außerordentliche. Ich betrachte es als einen Fortschritt, daß ich zu der Erkenntnis gekommen bin, eine exakte Darstellung der Gallenblase gelinge nur unter außergewöhnlichen Umständen. Unter exakter Darstellung verstehe ich die Tatsache, daß es gelingt, den unteren Leberrand so darzustellen, daß er sich gegen den freien Pneumoperitonealraum abhebt, und daß die Gallenblase über diesen unteren Leberrand in typischer Weise herausragt. Nun lehrt aber die Erfahrung, daß zu der für die Leber bei Pneumoperitoneum typischen Verlagerung die Tatsache gehört, daß sie, sei es im Sitzen, sei es in linker Seitenlage, aus ihrer Stellung herausfällt und sich mit ihrer Unterfläche an die Darmschlingen anlegt. Auf diese Weise geht die Sichtbarkeit der Gallenblase verloren. Liegen aber krankhafte Veränderungen in der Umgebung der Gallenblase vor, z. B. Verwachsungen mit dem Darm, so würde die Sichtbarkeit der Gallenblase auch noch eben durch diese Verwachsungen behindert werden. Sollte es aber dennoch gelingen, an dem undeutlich sichtbaren unteren Leberrand einen noch undeutlicheren Schatten als Gallenblase zu deuten, so ist meiner Meinung nach damit nicht viel gewonnen. So verfüge ich über vielfache Abbildungen von enorm vergrößerten und weit herabhängenden Gallenblasen, wenigstens deuten solche Schatten darauf hin. Dazu entgegne ich, daß es nicht unsere Aufgabe sein soll, ein schon vorher fühlbares Organ, z. B. die enorm vergrößerte Gallenblase, durchaus bildlich darzustellen; unsere Untersuchungsmethode soll vielmehr den Zweck haben, Organe ganz oder teilweise bildlich — und mit Sicherheit kenntlich — darzustellen, über deren Beschaffenheit wir auf gewöhnlich diagnostischem Wege keine oder nur unklare Vorstellungen gewinnen konnten. Ein Beispiel mag dieses erläutern.

Fall 8. L. S., 71 J., Wwe. 8. IV. 16. Schmerzen in rechter Oberbauchgegend, schlaffe Bauchdecken, Ptosis der Abdominalorgane, die sämtlich deutlich palpabel sind, darunter auch eine 10 cm lange, längliche, steinharte Gallenblase. Auf keine Weise gelingt es, diese Gallenblase bildlich darzustellen, d. h. so, daß sie im Luftraum frei daliegt. Der Grund ist der, daß es nicht möglich ist, die Leber in der Zwerchfellkuppe festzuhalten. Schließlich wird von diesen Versuchen Abstand genommen aus der Überlegung heraus, daß die Palpation in diesem Falle selbst der günstigsten photographischen Darstellung weit überlegen geblieben wäre, denn die Palpation gab ja nicht nur über die Größe, sondern auch über die Konsistenz Auskunft. Letzteres war von dem Bild nicht zu erwarten.

Weiterhin betone ich, daß wir auch unter günstigsten Verhältnissen nicht erwarten sollen, in der frei im Luftraum hängenden Gallenblase Konkremente zu erkennen; über diese Frage sind an herausgeschnittenen steingefüllten Gallenblasen schon vor Jahren vergebliche Versuche gemacht worden.

Unter bestimmten Voraussetzungen gelingt es aber doch, die Gallenblase in gewünschter Weise darzustellen, z. B. wenn eine Verwachsung der Leberoberfläche das Heruntersinken verhindert oder wenn ein gasgefüllter Darm die Leber von unten her stützt. Unter diesen Umständen ist es wichtig zu wissen, daß die normale Gallenblase auf der Röntgenplatte mit ihrer Kuppe den unteren Leberrand um 2—$2^1/_2$ cm überragt. Vergrößerung dieses Teiles der Gallenblase würde für Stauung in ihr oder auch für Vergrößerung durch

Steininhalt sprechen, Verkleinerung oder Nichtsichtbarkeit der Gallenblase bei sonst erkennbarem unteren Leberrand würde für Schrumpfung der Gallenblase sprechen; nach alter klinischer Erfahrung würde damit der Verdacht auf Gallensteine vorliegen. Folgender Fall verbildlicht das Gesagte (siehe auch die abgebildeten Gallenblasen D. Arch. f. klin. Med. Bd. 129):

Fall 9. E. H, 60 J., Witwe, 15. V. 15. (Fig. 4.) Alle Zeichen des Magenkarzinoms, kein Ikterus, keine Leberschwellung. Die Frage, ob Lebermetastasen vorliegen, soll durch Pneumoperitoneum beantwortet werden. Leber normal groß, ihre Oberfläche ist durch deutlich sichtbare Verwachsungsstränge mit der rechten Zwerchfellkuppe und auch Zwerchfellbasis teilweise verwachsen, so daß die Leber sich vom Zwerchfell nur wenig abhebt und im wesentlichen im Raume der Zwerchfellwölbung liegen bleibt. Höckerbildungen an der Oberfläche sind nicht erkennbar, Unterfläche der Leber deutlich sichtbar und ebenso auch die Gallenblase, deren Kuppe den Leberrand um 2 cm überragt. Bei der Autopsie Bestätigung der Diagnose auf Magenkarzinom und Freisein der Leber von Karzinommetastasen. Auch die strangförmigen Verwachsungen mit dem Zwerchfell sind vorhanden. Gallenblase normal groß, in ihr sind 20 Cholestearinsteine enthalten.

Fall 10. W. M., 49 J., 3. IV. 15, Gärtner. Mit beträchtlichem Aszites eingeliefert, nach der Punktion Leber nicht palpabel, Milz vergrößert. Diagnose: Leberzirrhose. Das pneumoperitoneale Bild bietet die üblichen und für Zirrhose charakteristischen Verhältnisse. Die Leber senkt sich aus nicht ersichtlichem Grunde nicht in gewohnter Weise herab, auf diese Weise ist der Unterrand der Leber und die 3 cm lange Gallenblasenkuppe erkennbar. Bei späterer Autopsie: typische Leberzirrhose, Gallenblase enorm erweitert, mit 100 ccm Galle und 10 erbsengroßen Konkrementen

Fall 11. N. G., 67 J., Privatiere, 10. V. 18. Schmerzen unter rechtem Rippenbogen. Fieberfrei, kein Ikterus. Unter dem rechten Leberlappen großer harter, mit den Bauchdecken fest verwachsener Tumor, der bis unterhalb des Nabels reicht. Im Pneumoperitoneum (Rückenlage) ist die Oberfläche der Leber deutlich vom Zwerchfell abgehoben und glatt. Der Unterrand ist mit der vorderen Bauchwand verwachsen, dagegen ist die untere Leberfläche nicht erkennbar, weil sich von dieser Verwachsungsstelle längs der Bauchwand und der Unterfläche der Leber und dann abwärts zu dem Konvolut der Darmschlingen ein größerer Schatten hinzieht. Jedenfalls lautet die Diagnose mit großer Sicherheit: Verwachsung des rechten Leberlappens an seinem unteren Rande (wahrscheinlich auch der Gallenblase) mit der vorderen Bauchwand. Vier Monate später stellt die Patientin sich wieder vor, die Bauchwand ist an der oben beschriebenen Stelle entzündet und infiltriert. Die Diagnose lautet auf Bauchwandabszeß, von der entzündeten Gallenblase ausgehend. Die Operation bestätigt diese Annahme.

Diese letzte Beobachtung leitet über zu der Besprechung von

f) entzündlichen oder sonstigen Verwachsungen der Leber mit ihrer Umgebung, eine Beobachtung, die mit dieser neuen Untersuchungsmethode viel häufiger zu machen ist, als es nach unseren klinischen Kenntnissen anzunehmen war. Diese Feststellung bedeutet ebenfalls einen wesentlichen Fortschritt dieser Röntgendiagnostik. Einige der hierher gehörenden Beobachtungen habe ich oben schon beschrieben. Einen weiteren Fall, bei dem es gelang, auf diese Weise den sehr selten sichtbaren linken Leberlappen zur Darstellung zu bringen, führe ich jetzt an.

Fall 12. (Fig 5.) A G., 59 J., Privatiere, 5. VIII. 16. Magendarmbeschwerden und unbestimmte Schmerzen in der linken Oberbauch- und Milzgegend. Ptosis aller Bauchorgane. Nach Besserung der Darmbeschwerden bleiben die genannten Schmerzen bestehen. Zur Aufklärung Herstellung von Pneumoperitoneum: In aufrechter Stellung und rechter Seitenlage ist das linke Zwerchfell und die weit heruntergesunkene Milz in gewohnter Weise erkennbar, dagegen sieht man unter der linken Zwerchfellkuppe ein ungewohntes Bild, nämlich ein Organ oder einen Organteil in Form eines etwa dreieckigen Schattens, der zum Teil am Zwerchfell und mit einer Spitze an der äußeren Bauchwand verwachsen ist. Wahrscheinlich handelt es sich um einen alten entzündlichen Prozeß, der sich in der Umgebung des linken Leberlappens abgespielt hat und jetzt die oben genannten Schmerzen durch peritoneale Zerrung hervorruft. Eine andere Beobachtung: P. R. habe ich schon früher beschrieben, es handelte sich um eine postoperative Verwachsung des rechten unteren Leberrandes mit der vorderen Bauchwand nach einer Gastroenterostomie. Das Bild war so einfach und klar, daß die Operation mit großer Sicherheit vorgeschlagen werden konnte. Auf die Abbildung verzichte ich hier.

g) Milzerkrankungen.

Ich betone noch einmal, daß bei den erkennbaren Größenverhältnissen der Milz nur das Längenmaß zuverlässig und brauchbar ist. In folgendem schildere ich eine Beobachtung über Milztumor.

Fall 13. P. T., 35 J., 12. XI. 13. Wegen Lymphdrüsenschwellungen am Halse und Achselhöhle operativ und röntgenologisch behandelt. Dezember 1913 sind Tumoren auch im Röntgenbilde des Brustkorbes nicht mehr nachweisbar. Leidliches Allgemeinbefinden. Januar 1914 Schmerzen in linker Oberbauchgegend und leichte Milzschwellung. Zur Aufklärung der Beschwerden Pneumoperitoneum: Leber normal groß mit kleiner Gallenblase. Unter dem linken Zwerchfell, mit ihm nicht verwachsen, hängt die enorm vergrößerte Milz in Länge von 19 und Breite von 12 cm, völlig verunstaltet und grobhöckrig. Ein Rezidiv der Lymphogranulomatose ist damit diagnostisch gesichert. Bei der Autopsie am 29. IV. vielfache blastomatöse Lymphdrüsenveränderungen am Halse, peribronchial und mediastinal. Blastomatose der Milz, gallertartiges Knochenmark, Größe der Milz 18 : 14. — So hat in diesem Falle die Herstellung des Pneumoperitoneums die Diagnose erst ermöglicht.

h) Erkrankungen der Beckenorgane.

Auch das Becken und Inhalt kann man bei Seitenlage des Patienten, namentlich wenn man Beckenhochlagerung dazu nimmt, deutlich ableuchten, resp. photographieren. Eine Zeit lang habe ich mir mit der Darstellung dieser Verhältnisse große Mühe gegeben, bin aber schließlich — und ich betrachte dies als einen Fortschritt — von diesen Untersuchungen abgekommen, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil auch hier die alte Palpationsmethode der hier verwendeten optischen Methode weit überlegen ist. Z. B. ist in dem oben geschilderten Fall 6 die photographische Darstellung des Ovarialtumors, den man eben auch durch Palpation feststellen konnte, viel weniger wichtig als die Feststellung, daß von ihm aus eine allgemeine Karzinose ausgegangen sei. Eine Ausnahme machen bei diesen Erkrankungen die Geschwülste der Genitalien, die außerhalb des kleinen Beckens liegen, wie folgende Beobachtung beweist.

Fall 14. E. S., 34 J., Arb.-Frau, 1. XII. 14. Fig. 6. Große Geschwulst der rechten Bauchseite, kindskopfgroße, augenscheinlich mit dem rechten Leberlappen zusammenhängend, aber ohne nachweisbaren Zusammenhang mit Darm oder Genitalien. Zur Klarlegung der Verhältnisse Pneumoperitoneum: in aufrechter Stellung ist die Leber in gewohnter Weise erkennbar, darunter, durch eine Luftblase getrennt, der Tumor. Weit besser ist derselbe in Rückenlage zu sehen; er liegt völlig isoliert in der Bauchhöhle, seine Größe ist 22 cm lang, 12 cm hoch. Am oberen Rande eine Verwachsung mit einer Dünndarmschlinge. Die vorherige Wahrscheinlichkeitsdiagnose auf Leberechinokokkus wird nunmehr zu Gunsten der Annahme eines Ovarialkystoms fallen gelassen, und die Operation bestätigt die Diagnose.

i) Nierenerkrankungen.

Wesentliche Fortschritte habe ich in der letzten Zeit bei diesen Erkrankungen dadurch erzielen können, daß ich die Nierenaufnahmen nur noch mit der Tubusblende, und zwar ventrodorsal, machte. Auf weitere Ausführungen verzichte ich hier und verweise in dieser Beziehung auf das an anderer Stelle Gesagte. (Berl. klin. W. 1919, 9). Besonders betone ich, daß Nierentumoren, Schrumpfungen, Konkremente sich oft überraschend deutlich darstellen lassen. Die Methode ist dem alten Verfahren weit überlegen! Zur Illustration der Verhältnisse erwähne ich folgende Beobachtung und bringe das Bild einer normalen und einer kranken Niere zur Darstellung.

Fall 15. C. P., 31 J., Fig. 13/14, Verkäuferin. Normaler Lungenbefund, Schmerzen in rechter Lendengegend, Temperatur subfebril. Urin enthält Eiter und Spuren von Blut, keine Bakterien, auch keine Tbc.-Bazillen. Blasenschleimhaut normal, nur an der rechten Uretermündung einige Hämorrhagien. Links normaler Urin, rechts pathologischer Urin, wie oben geschildert. Das geimpfte Tier stirbt an Bauchfelltuberkulose, so daß die Diagnose rechtsseitige Nierentuberkulose gesichert ist. Im Pneumoperitoneum sieht man bei rechter Seitenlage die linke Niere in Größe von 11,5 und 5,5 cm, mit glatter Oberfläche, ihr oberer Teil ist vom unteren Milzpol bedeckt. Die letzte Rippe quert das obere Drittel der Niere. In linker Seitenlage: rechte Niere enorm vergrößert, kuglig, 13 cm lang,

7 cm breit, ihre Oberfläche ist glatt. Der obere Pol wird von dem dahinter liegenden Zipfel des rechten Leberlappens teilweise gedeckt, ihr oberer Pol liegt unterhalb der letzten Rippe. Die Operation bestätigt die Nierenvergrößerung, sie ist 11½ cm lang und 6½ cm breit. (Fig. 7 u. 8.)

In Vorstehendem habe ich den Gang meiner Untersuchungen über pneumoperitoneale Röntgendiagnostik geschildert und die Fortschritte während der fünfjährigen Untersuchungszeit dargestellt. Am Krankenbett habe ich immer versucht mit gehöriger Kritik vorzugehen, d. h. Überflüssiges zu vermeiden und nur das diagnostisch Brauchbare hervorzuheben und auszunutzen. Es ist anzunehmen, daß diese Untersuchungsmethode, nachdem die Technik so vereinfacht worden ist, nunmehr weitere Verbreitung findet, und ich spreche die Hoffnung aus, daß dabei weitere Fortschritte gemacht werden, hoffentlich immer nur unter dem Gesichtspunkte des diagnostischen Nutzens und notwendiger Indikation!

Verzeichnis der Abbildungen.

Fig. 1. Leber kugelig und stark vergrößert durch Gallenstauung (Karzinom der Gallenwege).

Fig. 2. Rückenlage. Oberhalb des Zwerchfells Herzschatten sichtbar, unterhalb desselben die grobhöckerige und verunstaltete Leber. Primäres Leberkarzinom.

Fig. 3. Rückenlage. Sekundäre Peritonealkarzinose. Karzinomknoten der vorderen Bauchwand. Von ihnen ausgehend Adhäsionen zu einigen Dünndarmschlingen. Die Nadel liegt zwischen Nabel und Symphyse.

Fig. 4. Adhäsionen der Leberoberfläche halten die Leber in der Zwerchfellkuppe fest, daher Unterfläche und Gallenblase sichtbar. In ihr vorhandene Konkremente nicht erkennbar.

Fig. 5. Verwachsung des linken Leberlappens mit dem Zwerchfell, Milz hängt schlaff neben der Wirbelsäule herab.

Fig. 6. Große Ovarialzyste.

Fig. 7. Normale linke Niere.

Fig. 8. Derselbe Fall, stark vergrößerte rechte Niere (Tuberkulose).

Infanteriegeschoß im Herzen.

Von

J. Schütze, Berlin,

Facharzt für Röntgenologie, Fachbeirat für Röntgenologie beim San.-Amt III A. K.

(Hierzu Tafel XX, Fig. a und b.)

Seit meiner 1916 veröffentlichten Arbeit: „Zwei Fälle von Granatsplitter im Herzen" waren mir als Fachbeirat beim San.-Amt eine Anzahl von Fällen mit der Angabe: Herzsteckschuß überwiesen, doch ergab die Untersuchung jedesmal, daß kein Herzsteckschuß vorlag.

Zwar bewegten sich die Geschosse in gewissen Grenzen, entsprechend den Herzbewegungen, teils weil sie mit dem Herzbeutel durch Verwachsungen verbunden waren, teils führten sie nur infolge einfacher Fortleitung der Herzbewegung durch das Lungengewebe Bewegungen aus. Es ist der Unterschied beider Bewegungen ein charakteristischer. Bei nicht im Herzen selbst sitzenden Geschossen handelt es sich um ein Zucken (Zupfen) nach einer Richtung, bei den im Herzen sitzenden um Bewegungen in mehreren Richtungen.

In diesen Tagen bekam ich aber vom Bezirkskommando eine Rentenangelegenheit überwiesen, bei welcher die Diagnose Lungensteckschuß lautete; auch war der Verdacht eines Wanderns des Geschosses aus dem Brustkorb heraus nicht ausgeschlossen, und zwar wegen sehr eigenartiger Beschwerden der linken Brustseite und des linken Beines, über welche der Patient klagte.

Der Patient, um den es sich handelt, ist der frühere Musketier Erich Z.

Patient wurde am 10. VII. 16, morgens 5 Uhr, in Rußland verwundet, und zwar traf ihn an der rechten Schulter ein Infanteriegeschoß, welches zuerst seinen rechts von ihm gehenden Nebenmann am Gesicht (unterhalb des rechten Auges und an der Nase) getroffen hatte.

Er lief nach der Verwundung noch zwei Schritt und wollte seinen Kameraden verbinden, aber in dem Moment „wurde ihm so heiß in der Brust, als ob er glühende Stangen im Körper habe". Außerdem wurde ihm schwindlig, er konnte nicht mehr laut rufen, sondern nur noch matt sagen: „Ich kann nicht mehr", da es ihn inwendig sehr klemmte.

Er warf noch schnell Gewehr und Tornister fort und sank hin. Ganz ohne Besinnung war er nicht.

Es begann alsdann ein stärkerer Husten, wobei er stückweise schwarzes Blut auswarf, außerdem blutete ihm die Nase.

Patient wurde mittelst Trage nach dem Hauptverbandplatz gebracht, wo er ungefähr 1/2 Stunde nach der Verletzung eintraf.

Als er Morphiumeinspritzung erhalten hatte, schlief er ein. Der Schlummer blieb auch bei der nun folgenden Autofahrt nach einem Feldlazarett bestehen.

In diesem Feldlazarett blieb er fest im Bett liegend ca. 1 Monat. Zwei Tage nach der Verwundung war der Urin rötlich (hellrot).

Über den im genannten Lazarett bestehenden objektiven Befund sagt die Krankengeschichte sehr wenig, es ergibt sich nur, daß Patient links hinten eine Dämpfung hatte, daß sein Allgemeinbefinden befriedigend war, daß geringe Atemnot, mäßiger, dickschleimiger Auswurf mit Blut untermischt und geringe Temperatursteigerungen bis 37,7 vorhanden waren.

Der Auswurf war — beiläufig bemerkt 5 Wochen lang — wechselnd hellblutig und dunkelblutig, die Dämpfung l. h. ließ nach ca. 20 Tagen nach.

Am 6. VIII. bestanden nur noch l. h. einige leise Reibegeräusche.

Er wurde deshalb auf dem Wege über eine Kr.-Sa.-Stelle — wo er einen Tag blieb — mittelst Lazarettzuges abtransportiert. Bei all diesen Ortsveränderungen wurde er immer noch getragen.

Im Lazarettzug nun merkte er Stechen und Pochen im linken Oberschenkel und in der linken Seite — auch fiel ihm auf, daß am linken Fuß die große Zehe weiß, die anderen aber rot waren, er hatte dabei ein Gefühl, „als ob die große Zehe nicht mehr mittun wollte".

Er klagte im Lazarettzug schon über heftige Schmerzen, taubes Gefühl und Mattigkeit im linken Bein und in der linken Seite, doch nahm er sich zusammen, um nicht vorzeitig ausgeladen zu werden.

Bei der Ankunft des Lazarettzuges sollte er nun selbst aussteigen, da merkte er, daß er mit dem linken Bein nicht mehr auftreten konnte, außerdem wurde ihm schlecht und übel, so daß er getragen werden mußte.

In dem Lazarett Gl. fand sich am 11. VIII. 16 rechts hinten Schallverkürzung, abgeschwächtes Atmen und etwas Reiben, der tympanitische Magenschall reichte auffallend weit links seitlich nach oben. Es trat leicht etwas Atemnot auf.

Im Verlauf der dortigen Beobachtung findet sich verzeichnet: 22. VIII. Druckempfindlichkeit und Stiche im Bereich des unteren Teiles des linken Schulterblattes. Starke Schallverkürzung rechts hinten, Atmungsgeräusch dort stark abgeschwächt.

Im spärlichen Auswurf einzelne Blutfasern.

29. VIII. Kurzatmigkeit und Bruststechen beim Versuch tiefen Atmens.

6. IX. Rechts unten hinten und seitlich Schallverkürzung und abgeschwächtes Atmen.

13. IX. Beim Gehen lahmt Patient.

Im übrigen findet sich Husten mit Auswurf und einigen Blutbeimengungen.

Bei der Entlassung 4. XI. besteht ganz geringe Schallverkürzung an der Rückseite der rechten Lunge mit Abschwächung des Atmungsgeräusches, kein Auswurf, zeitweise Hustenreiz.

Beim Gehen geringe Schmerzen, leichtes Lahmen.

Die Einschußwunde dicht hinter dem rechten Oberarmkopf ist seinerzeit glatt verheilt — und die Narbe ist hart und glatt.

Wegen der Schmerzen im linken Bein beim Gehen und derjenigen in der linken Brustseite wurde er später längere Zeit ohne Erfolg mit Heißluft, Massage usw. behandelt.

Wegen dieser Schmerzen kann er seinen Beruf als Dekorationsmaler nicht wieder aufnehmen.

Jetzige Klagen.

Die jetzigen Klagen beziehen sich zur Hauptsache auf Schmerzempfindungen in der linken Hälfte des Oberkörpers und auf die Schwäche des linken Beines. Die Schmerzen gehen nach seiner Beschreibung von der Einschußstelle aus, am Rückgrat schräg abwärts vorbei nach links — in der linken unteren Thoraxseite seien sie sehr erheblich. Er müsse sich deshalb etwas schief halten.

Ferner habe er Hustenreiz, oft kurzes Hüsteln, beim Husten innerliche Schmerzen, der Atem sei kurz, z. B. beim Laufen.

Ab und zu habe er Schwindelanfälle von etwa 10 Minuten Dauer.

Er werde öfter, auch beim ruhigen Sitzen am Tisch, blaß, wie ihm die Angehörigen sagten.

In letzter Zeit habe er öfter das Gefühl, als ob das Essen stecken bleibe und er müsse sich einige Zeit nach dem Essen erbrechen.

Befund.

Es handelt sich um einen kleinen, etwas zierlichen Menschen, der sich ein wenig skoliotisch nach rechts hält, mit etwas blasser Farbe, in mäßigem Ernährungszustand.

Beim Gehen ist er mit dem linken Bein etwas ungeschickt und unbeholfen, ohne typische Gangstörung irgendwelcher Art zu zeigen.

Die Einschußnarbe sitzt ein wenig nach hinten vom rechten Oberarmkopf, ist rundlich, verschieblich, weiß, von der einem Infanteriegeschoß entsprechenden Größe.

Die Lungen sind ohne wesentlichen Befund; die Herzgrenzen normal. Puls in Ruhe 96, regelmäßig, durch Atmung im Sinne einer Beschleunigung leicht beeinflußbar.

Der Puls ist mäßig voll, zeigt geringe Spannung. Der Blutdruck nach Riva-Rocci beträgt 95 mm Quecksilber.

Nach einigen Rumpfbeugungen zeigen Herzaktion und Puls keine wesentliche Veränderung.

Die Herztöne sind rein, der 2. Pulmonalton klappt etwas. In der linken Seite sind auf Druck und Nadelstich sehr empfindlich die Gegend vom 7. Interkostalnerven nach abwärts.

Ebenso ist druckempfindlich der Verlauf des linken Ischias, dabei ist das Lasèguesche Zeichen nur mäßig stark vorhanden.

Die Beinumfänge sind beiderseits an entsprechenden Stellen gemessen gleich.

Die Reflexe sind am linken Bein gegen rechts vielleicht ein wenig gesteigert — es besteht kein Fußklonus.

Pupillen gleich weit, reagieren auf Lichteinfall gut.

Die Tibialis postica der linken Seite pulsiert deutlich.

Ob die linke Poplitea so stark pulsiert als rechts, ist fraglich.

Die Röntgenuntersuchung ergab:

Eine Verletzung der Knochen in der rechten Schultergegend oder der Rippen ist nicht nachweisbar. Auch gröbere Verletzung der Brustwirbelsäule nicht sichtbar; immerhin erscheinen die Wirbelkörper der Brustwirbel nicht alle gleich, doch ist es schwer zu sagen, ob dies Ursache oder Folge der skoliotischen Haltung ist.

In der Lunge wenig Veränderungen sichtbar — rechts ein wenig vermehrte peribronchitische Zeichnung.

Auch von seiten der Pleura keine besonderen Verletzungsfolgen sichtbar. Nur auf der rechten Seite des rechten Vorhofes eine kleine Verbuchtung, die unter Umständen auf eine Verwachsung von Lunge und Herzbeutel zu beziehen wäre.

Bei der Atmung bewegen sich beide Zwerchfellhälften frei und sind leicht verschieblich.

Im Herzen findet sich an der Rückwandung in der Gegend des linken Ventrikels ein Infanteriegeschoß, das in sagittaler Durchleuchtungsrichtung mit der Spitze etwas schräg abwärts liegt.

Das Geschoß beteiligt sich an allen Herzbewegungen synchron.

Bei der Systobe zeigt das Geschoß im ganzen eine Verschiebung nach der Herzspitze zu — entfernt sich also etwas von dem Herzäquator (Kienböck). Hierbei hebt sich außerdem die Spitze etwas stärker als die Basis des Geschosses.

Bei der frontalen Durchleuchtung erscheint das Geschoß aufrechtstehend.

Die Längsachse des Geschosses verläuft ziemlich parallel der hinteren Herzwand.

Die Verschiebung des Geschosses bei der Atmung erfolgt nur soweit, als das Herz sich selbst bei der Atmung bewegt.

Das Geschoß ist bei allen Durchleuchtungs- und Aufnahmerichtungen nicht aus der Herzwand herauszuprojezieren und zeigt als größte Annäherung nach der Herzaußenwand ein soche von etwa $1^1/_4$ cm nach der Hinterfläche des Herzmuskels zu.

Es muß also nahe der Innenfläche des linken Ventrikels sitzen.

Die Herzaktion ist etwas gewaltsam, bei tiefer Einatmung tritt Beschleunigung ein.

Die Speiseröhre zeigt bei der Untersuchung mittelst Kontrastspeise verzögerte Passage, besonders in den mittleren Partien. Es bleibt dort der Speisebrei öfter eine gewisse Zeit lang in einer Säule von 10—15 cm Höhe stehen. Auch ein wenig Kardiospasmus besteht, so daß der Brei ab und zu zwiebelförmig den unteren Teil der Speiseröhre füllt.

Der Magen hat guten Tonus, zeigt aber nach Form und Lage nichts besonders Auffallendes.

Die Untersuchung der linken Hüftgelenksgegend ergibt keine Abweichung von der Norm.

Epikrise.

In einer Arbeit von Kienböck im Deutschen Archiv für klinische Medizin 1918, Bd. 124, Heft 5 u. 6, betitelt „Geschosse im Herzen bei Soldaten", findet sich eine Zusammenstellung der in der deutschen Literatur veröffentlichten Herzsteckschüsse.



Es sind in dieser Zusammenstellung verzeichnet:

32 im Herzen sitzende Geschosse, davon fanden sich in der Herzwandung 24;

freie, im Herzinnern (wenn auch zum Teil nur vorübergehend dort sich aufhaltend) 8 Geschosse oder Geschoßteile.

Es fehlt bei Kienböck eine Veröffentlichung von Riedl (Wiener klinische Wochenschrift 1912, Seite 1766) über eine Revolverkugel und eine Veröffentlichung von v. Manteuffel in Riga gleichfalls über eine Revolverkugel im Herzmuskel. Diese wurde durch Operation entfernt. (Zentralblatt für Chirurgie 1905, Nr. 41)

Hinzugekommen sind seit der Kienböckschen Zusammenstellung:

I. 5 Fälle von Kukulla (Mediz. Klinik 1917, Nr. 34), bestehend aus 3 Fällen von Infanteriegeschoß, Herzsteckschüssen, einem Fall von Schrapnellkugel und endlich einem Fall, bei welchem 2 Granatsplitter in einem Herzen steckten; von letzteren befand sich der eine gänzlich in der Wandung, der andere teils in der Wandung, teils mit der Spitze im Herzinnern.

Die Schrapnellkugel lag in einer perikardialen Schwiele des Myokards der Hinterfläche der linken Kammer.

Von den Infanteriegeschossen saß eins teils in der hinteren Herzwand, teils im Herzbeutel, eins in der linken vorderen Ventrikelwand, eins mit der Spitze in der Herzwand, mit der Basis nach dem Perikard zu (es machte mit seiner Basis Bewegungen, welche der Grundfläche einer Kugel entsprachen).

Es kam ferner hinzu:

1. Ein Fall einer Schrapnellkugel im Herzmuskel von Kalefeld (Deutsche Med. Wochenschrift 1917, Heft 4, Seite 108).

2. Ein Fall eines Infanteriegeschosses von Holländer-Berlin (Berl. klin. Wochenschrift 1917, Nr. 52, Seite 1247). Das Geschoß saß in der rechten Kammermuskulatur an der Vorderseite des Herzens mit der Spitze nach dem linken Ventrikel. Es hat auffallend wenig Erscheinungen sowohl nach der Verwundung als späterhin gemacht.

3. Ein Fall von v. Zezschwitz (Münch. med. Wochenschrift 1917, Nr. 10, Seite 325). Es handelte sich um einen Granatsplitter an der hinteren unteren Herzwandecke in der Gegend der linken Ringfurche nahe dem hinteren Mitralklappensegel. Es wurde dadurch eine Mitralinsuffizienz hervorgerufen.

Die Bewegung des Geschosses war eine große und v. Zezschwitz hat sie am Durchleuchtungsschirm gefilmt.

Es sind also in der deutschen Literatur bisher bekannt:

Herzsteckschüsse bei Lebenden.

a) Gewehrschüsse	18	
b) Granatsplitter	9	
c) Schrapnellkugeln	6	
d) Revolverkugeln	9	
Sa.	42	Fälle.

Dazu käme vorliegender als Nr. 43 oder von den Infanteriegeschossen als 19.

Anm. bei der Korrektur: Inzwischen habe ich einen weiteren Fall von Infanteriegeschoß im rechten Herzen (wahrscheinlich in der Muskulatur der rechten Kammer) am 19. Februar 1919 in den vereinigten medizinischen Gesellschaften zu Berlin vorgestellt (Berl. klinische Wochenschrift Nr. 12, Seite 285). Das ist Fall 44, von Infanteriegeschossen = 20.

Es ist auffallend, daß so verhältnismäßig oft (ca. 45 % dieser Zusammenstellung) Infanteriegeschosse im Herzen stecken bleiben. Es müssen dies Schüsse sein, die nur eine mangelhafte Durchschlagskraft besitzen, wenn sie im Herzen anlangen.

Dies traf in unserm Fall insofern zu, als das gleiche Geschoß schon den Nebenmann seines jetzigen Trägers verwundet hatte, wodurch es sicher schon in seiner Durchschlagskraft

herabgesetzt war. Sonst bleiben die Geschosse im Thorax in den meisten Fällen an der Innen- oder Außenseite der Rippen oder an der Wirbelsäule, sehr selten in der Thoraxmitte, stecken.

Was die klinische Seite des vorliegenden Falles anlangt, so finden sich fast alle subjektiven Symptome der Herzsteckschüsse, wie sie Kienböck in seiner Zusammenstellung der Kasuistik aufgestellt hat, und zwar erstens direkt nach dem Trauma: Kollaps, Schwindel, Dyspnoe, Blutspucken, Schmerzen. Indessen ist es nicht zu völliger Bewustlosigkeit gekommen, und zwar wohl aus dem Grund, weil der Herzmuskel der linken Seite verletzt und nicht die rechte Seite mitbetroffen wurde.

Wird die rechte Seite mitverletzt, so sind die Erscheinungen meist schwerer und stürmischer, denn das schlaffere und dünnere rechte Herz läßt eine stärkere Blutung auftreten als der stärkere sich hinter dem Geschoß schnell schließende Muskel des linken Herzteiles.

Zweitens finden sich an späteren Beschwerden: Husten, Atembeschwerden, Stechen in der Brust, Schwindelanfälle usw.

Bemerkenswert sind hier die in letzter Zeit auftretenden Schluckbeschwerden, die wohl auf direkte oder indirekte Beteiligung des Ösophagus — entweder infolge Narbenzugs oder nervöse Einflüsse — zu beziehen sind.

Das Geschoß muß auf seinem Wege das hintere Mediastinum durchquert haben, so daß direkte Verletzungsfolgen am Ösophagus, Vagus, Sympathicus event. auch an der Wirbelsäule als nicht ausgeschlossen anzusehen sind.

Auffällig erscheinen die Beschwerden, welche durch die nervösen Störungen in der linken unteren Thoraxseite und im linken Bein hervorgerufen sind.

Sie sind ziemlich plötzlich — eine Zeitlang (über einen Monat) nach der Verwundung — auf dem Transport eingetreten und diejenigen im Bein legen den Verdacht einer Embolie nahe.

Auch der einige Tage nach der Verwundung aufgetretene rote Urin deutet auf einen durch Embolie hervorgerufenen Niereninfarkt hin.

Daß sich Thromben gebildet haben, ist bei dem Sitz des Geschosses, welches entweder in direkter Beziehung zum Innern des linken Ventrikels steht — oder stand — oder ganz nahe an seiner Innenhöhle sitzt, nicht verwunderlich.

Für die Brustschmerzen könnte Verletzung der Wirbelsäule mit nachfolgender Haltungsanomalie in Frage kommen.

Andererseits besteht auch die Möglichkeit, daß direkte Einflüsse von seiten der Herznerven her die Thoraxschmerzen zur Auslösung bringen.

Auch in den früher von mir veröffentlichten Fällen klagten die Patienten über ähnliche, wenn auch nicht so starke in die Achselhöhle und Arme ausstrahlende Schmerzen. Man denke ferner an die ausstrahlenden Schmerzen der Patienten mit Aortenaneurysmen.

Jedenfalls müssen alle hier bestehenden Beschwerden als direkte und zwar anatomisch bedingte Verletzungsfolgen angesehen werden und sind nicht allein auf funktionelle Beschwerden, Hysterie oder Neurasthenie, zurückzuführen, für welche sich auch sonst keine Anhaltspunkte finden.

Der objektive Herzbefund bei der klinischen Untersuchung bietet in unserem Fall wenig oder gar keine Hindeutungen auf eine so schwere Affektion, wie sie ein Herzsteckschuß darstellt.

Auffallend ist der niedrige Blutdruck, um so mehr als die Durchleuchtung eine verstärkte Herzaktion aufweist.

Seine Aufklärung erfuhr auch dieser Fall — wie fast alle einschlägigen — durch die Röntgenuntersuchung.

Eine Operation, die dem Patienten erwünscht wäre, kommt wohl bei dem tief in der linken hinteren Herzwand, nahe der inneren Ventrikelseite sitzenden Geschoß nicht in Frage.

Was im Laufe der Zeit aus den Herzsteckschüssen wird, ist noch nicht zu sagen.

Ob eine Besserung im einzelnen Fall eintritt oder infolge Endokarditis, Durchbruch und

Verschleppung des Geschosses, Thrombenbildung usw., eine Verschlechterung, ist nie im voraus zu bestimmen.

Man wird zweckmäßig jeden einzelnen Fall längere Zeit im Auge behalten müssen, um Einblick in die Schicksale der Herzsteckschüsse zu gewinnen.

Erklärung der Bilder.

Fig. a. Strahlengang beinahe ventro-dorsal. Stellung: Patient etwas schräg gestellt. Geschoß im Herzschatten schrägabwärts liegend doppelt erscheinend; die Geschoßspitze hat sich stärker bewegt (gehoben), als die Basis, das ganze Geschoß ist bei der Systole etwas herzspitzenwärts gerückt. (Der untere Schatten ist der diastolische, der obere der systolische. Die Deckung des Geschosses in beiden Stellungen ergibt den mittleren Kernschatten.)

Die Brustwirbelkörper erscheinen nicht alle gleich breit, die Zwischenwirbelscheiben nicht alle gleich hoch. Exposition 0,2 Sekunden.

Fig. b. Fast frontales Bild. Eine Strecke von etwa $1^1/_4$ cm vom hinteren Herzrand entfernt, findet sich das jetzt mehr senkrecht stehende Geschoß. Der Schatten ist an Spitze und Basis etwas verdoppelt (Geschoß bewegt sich bei der Kammersystole abwärts). Exposit. 0,1 Sek.

Literatur.

1. Kienböck, Geschosse im Herzen bei Soldaten (Deutsches Archiv für klinische Medizin 1918, Bd. 124, Heft 5 und 6).

In dieser Arbeit findet sich fast die gesamte Literatur über Herzsteckschüsse. Von den dort nicht berücksichtigten Arbeiten sind einschlägig:

2. Holländer, Krankenvorstellung (Berl. klin. Wochenschrift 1917, Nr. 52, Seite 1247).
3. Kalefeld, Schrapnellkugel im Herzmuskel (Deutsche med. Wochenschrift 1917, Heft 4, Seite 1081).
4. Kukulla, Mediz. Klinik 1917, Nr. 34. (Beitrag zur Kasuistik und operat. Behandlungen der Herzsteckschüsse.)
5. v. Manteuffel, Zentralblatt für Chirurgie 1905, Nr. 41.
6. Riedl (Sitzungsbericht), Wiener klin. Wochenschrift 1912, Seite 1766.
7. J. Schütze (Sitzungsbericht), Fall von Infanteriegeschoß im Herzen. Berl klin. Wochenschrift Nr. 12 vom 24. III. 19, Seite 285.
8. v. Zezschwitz (Münch. med. Wochenschrift 1907, Nr. 10, Seite 325. Sitzungsbericht).

Berlin, Dezember 1918.

Aus den Röntgeninstituten des Krankenhauses St. Georg (Prof. Dr. Albers-Schönberg) und des Marinelazaretts Hamburg (Oberarzt Dr. Zehbe).

Beiträge zur Röntgenuntersuchung des Herzens.

Von

Marinestabsarzt d. R. **Dr. Zehbe,** Kattowitz O.-S.

Von den inneren Organen, die der Untersuchung mittels Röntgenstrahlen unterworfen wurden, war das Herz eines der ersten. Zahlreiche Autoren, wie Bittorf, de la Camp, Dietlen, Groedel, F. A. Hoffmann, Moritz, Rieder u. a. m. haben die Beziehungen des Herzschattens und seiner einzelnen Teile zu den verschiedenen Herzhöhlen untersucht und die Methoden der Herzröntgenuntersuchung festgelegt.

Trotzdem weichen in manchen Punkten die Beobachtungen der Forscher auseinander, oder sind ihre Deutungen verschieden. Der Grund dafür ist die Schwierigkeit, das am Lebenden gewonnene Röntgenbild anatomisch nachkontrollieren zu können; eine Schwierigkeit, die sich bisher ganz besonders bei der Untersuchung gesunder Menschen oder solcher mit beginnenden Herzfehlern geltend machte, weil diese Kranken eben in den seltensten Fällen zur Sektion kamen. Das hat sich im Kriege geändert. Hier gelang es in einer Zahl von Fällen die Resultate der Röntgenuntersuchung gesunder oder auch frisch erkrankter Herzen von Verwundeten rasch nachzukontrollieren, wenn der Träger desselben seiner Verwundung erlegen war.

Die Ergebnisse solcher jahrelang fortgesetzten Untersuchungen sollen im folgenden geschildert werden. Es wird sich zeigen, daß sie in vielen Punkten sich mit den in der Literatur herrschenden Anschauungen decken, in anderen von ihnen abweichen.

Die Hauptuntersuchungsmethode war die im dorsoventralen Strahlengang, selbstverständlich wurden auch die Schräguntersuchungen in jedem Falle mit angewandt, so daß eine allseitige Herzuntersuchung resultierte.

Die dorsoventrale Untersuchung hat von jeher die wichtigsten Aufschlüsse über die Beschaffenheit des Herzens geliefert. Das Schattenbild, das man durch sie erhält, sei kurz in Erinnerung zurückgerufen. (Fig. 1.) (In allen Figuren ist der rechte Ventrikel schwarz, der linke weiß gezeichnet; der rechte Vorhof horizontal gestrichelt, der linke Vorhof gepünktelt. Aorta und Pulmonalis sind weiß dargestellt.)

Es stellt einen etwa eiförmigen Körper dar, der mit seiner Längsachse schräg von rechts oben (hinten) und links unten (vorn) zeigt. Der untere, ziemlich schlanke Pol, die Herzspitze, ruht auf dem linken Zwerchfell, bzw. ist in dem Zwerchfellbrustbeinwinkel versenkt, der andere, stumpfe Pol stellt die nach oben blickende Basis des Herzens dar. Nach oben hin setzt sich dem Herzschatten der Mittelschatten auf, bestehend aus Aorten-, Venen- und Wirbelsäulenschatten.[1])

Es ist bekannt, daß die Herzkontur vielfach gegliedert ist. Man unterscheidet am rechten wie am linken Rande die verschiedenen Herzbogen, die von dem rechten und dem linken Herzen und von der Aorta gebildet werden.

Linkes Herz.

Zu ihm gehören die Bogen 3 und 4, sowie die Spitze 5.

Der vierte linke Bogen und die Herzspitze sind Teile eines Ganzen, des linken Ventrikels. Eine sichtbare Grenze besteht zwischen ihnen nicht; die Kontur des Bogens geht direkt in die der Spitze über.

1) Um mit der Herzspitze zu beginnen, so sei festgestellt — ein Querschnitt durch sie, senkrecht zur Herzachse gelegt, zeigt das — daß sie lediglich dem linken Herzen zugehört; der rechte Ventrikel hat keinen Anteil an ihr. Dementsprechend sind es lediglich Veränderungen des linken Herzens, die zu Formveränderungen der Spitze führen. Während diese normaliter schlank-oval, bei angeborener oder erworbener Atrophie (Mitralstenose) oft geradezu spitz ist, sehen wir bei allen Erkrankungen, die zu einer Hypertrophie des linken Ventrikels führen, die Spitze ihre Form im Sinne einer Abrundung, in extremen Fällen bis zur Kugelform verändert. Diese Verdickung der Herzspitze kommt (z. B. bei Arteriosklerose, bei langdauernden Blutdrucksteigerungen), sehr häufig ohne jede Dilatation des Ventrikels vor; meist tritt sie gleichzeitig mit einer (ebenfalls von Muskelhypertrophie der linken Kammer zeugenden) stärkeren Krümmung des linken vierten Bogens auf, ist aber oft schon vor dieser erkennbar und kann dann als erstes und überhaupt einziges objektives Zeichen einer beginnenden Herzhypertrophie gelten. Tritt später eine Erweiterung des Ventrikels hinzu, so treten die bekannten Vergrößerungen der Herzdurchmesser auf, die bei der reinen Hypertrophie fehlen.

Auf die Formbildung der Spitze selbst hat der rechte Ventrikel, wie gesagt, keinen Einfluß, wohl aber, und sogar in ausgeprägtem Maße, auf die Lage derselben. Am normalen Herzen liegt, wie Otten und Groedel gezeigt haben, die Spitze in mehr als 70% aller Fälle bei mittlerer Atmung unter dem linken Zwerchfellschatten. Eine Dilatation des rechten Ventrikels dagegen, auf dem das linke Herz ja gewissermaßen ruht, hebt die Spitze über das Zwerchfell empor und schiebt sie nach oben von ihm ab, wie wir das bei der reinen Mitralstenose am besten sehen können.

[1]) Über die Aorta im Röntgenbilde wird an anderer Stelle berichtet.

Anders äußert sich der Einfluß der linksseitigen Herzerweiterung; sie führt zur Verlagerung der Spitze nicht nach oben, sondern nach außen und unter Umständen auch nach unten, was klinisch in dem breiten hebelnden und nach außen und eventl. unten verlagerten Spitzenstoß zum Ausdruck kommt, röntgenologisch zu der charakteristischen „Schuh- oder Entenform" des Herzens führt, wie wir sie bei den Aortenfehlern finden.

2) Der andere Randabschnitt des linken Ventrikels, den wir direkt sehen können, ist der vierte linke Bogen, der als unterster Teil der linken Herzkontur ohne scharfe Grenze in die Herzspitze übergeht. Zwischen seiner speziellen Form und der der Herzspitze bestehen naturgemäß engste Beziehungen; so sehen wir im allgemeinen auch gleichsinnige Veränderungen an ihnen auftreten, nur daß diese zunächst an der Spitze leichter erkennbar sind als an dem Ventrikelbogen.

Diesen finden wir am normalen Herzen in sanft geschwungener Linie von rechts oben medial nach links unten lateral verlaufen, wo er sich dicht oberhalb des Zwerchfells wieder nach rechts medial zuwendet, um nun in die Spitze einzumünden. Die auffälligste Veränderung finden wir an ihm in den Fällen von linksseitiger Ventrikelhypoplasie, z. B. Mitralstenose. Er stellt sich hierbei als kurze, fast völlig gerade Linie dar, die weit oberhalb des Zwerchfells in die, wie schon gesagt, ganz schlanke Spitze übergeht.

Man muß sich dabei hüten, den Herzbeutelschatten mit zum Herzen zu rechnen, was bei Aufnahmen leichter vorkommen dürfte als bei Durchleuchtung; bei dieser kann man zwischen Herzspitze und Zwerchfell oft einen Raum von über Fingerbreite vom Herzbeutelschatten überdeckt finden.

Ist ein Übersehen des aplastischen vierten linken Herzbogens kaum möglich, so ist das Zeichen einer beginnenden Hypertrophie, die stärkere, nach links ausladende Krümmung, unter Umständen schwierig von dem normalen Herzbogenbefund zu differenzieren. Bei stärkerem Grade der Hypertrophie dagegen ist die Krümmung unverkennbar; sie ist meist mit einer Abrundung der Herzspitze vergeschwistert.

Fehlt diese, so weist uns der Befund eines stärker betonten und verlängerten linken Ventrikelbogens auf eine andere Veränderung der linken Kammer, nämlich auf die beginnende Dilatation hin; ein Befund, den wir bei beginnender Mitralinsuffizienz gar nicht selten erhoben haben. Bei Zunahme der Dilatation, die sich später in der Vergrößerung des Transversaldurchmessers und speziell seines linken Medianabstandes äußert, finden wir den Bogen stark verlängert, daneben finden wir aber oft auch schon eine Verdickung der Herzspitze als Zeichen dafür, daß es neben der Erweiterung auch zu einer Hypertrophie des linken Ventrikels gekommen ist.

Aus dem Gesagten geht hervor, welchen Wert wir den Veränderungen der Spitze und des vierten Bogens beizulegen haben. Wir finden, um nochmals zusammenzufassen, bei allen Prozessen, die zunächst zu reiner Hypertrophie des linken Ventrikels führen, die Herzspitze verdickt, den vierten Bogen stärker gekrümmt, schon zu einer Zeit, wo eine Dilatation durch Messung noch nicht nachweisbar ist. Wir finden außerdem eine Vergrößerung des Längs- und Querdurchmessers bei gleichzeitiger Dilatation des Ventrikels. Eine reine Verlängerung des vierten linken Bogens ohne Verdickung der Spitze haben wir bei reiner linksseitiger Erweiterung. Eine sehr kurze und geradlinige Form des vierten Bogens mit schlanker Herzspitze weist auf Hypoplasie bzw. Atrophie des linken Ventrikels und wird in der Hauptsache bei Mitralstenose gefunden.

Linker Vorhof (Herzohrbogen).

Nach oben schließt sich dem vierten linken Bogen ein meist flacher, am normalen Herzen präsystolisch pulsierender, kurzer Randteil an, der früher als Vorhofbogen angesprochen wurde, nach den Darlegungen Bittorfs aber jetzt allgemein als vom linken Herzohr gebildet gilt.

Am Photogramm des normalen Herzens ist er häufig nicht erkennbar, bzw. von dem nach oben an ihn anschließenden Pulmonalbogen nicht unterscheidbar. Erst bei Herzerkrankungen, die zu Erweiterungen des linken Vorhofs führen, vor allem bei der Mitralstenose, wird er als

deutlicher Bogen sichtbar. Anders bei der Durchleuchtung, bei der er dem geübten Untersucher kaum jemals entgehen dürfte, da er sich durch seinen präsystolischen und wenig ausgiebigen Pulsationstyp gegen den systolisch pulsierenden Pulmonal- wie Ventrikelbogen deutlich absetzt. Seinen Charakter als vorgewölbter Bogen erhält dieser Herzteil also nur durch die Füllung des Vorhofs; und da diese am normalen Herzen nicht dauernd, sondern pulsatorisch, also vorübergehend ist, kann es auch nicht verwundern, daß dieser Bogen so häufig auf Aufnahmen nicht sichtbar ist. Die Aufnahme ist dann eben in die Periode der Vorhofsleere gefallen.

So wenig auffallend also der linke dritte Bogen am normalen Herzen ist, so wichtig ist seine Formveränderung bei verschiedenen Erkrankungen des Herzens, bei denen nämlich, die zu einer Stauung im linken Vorhof führen. Hierbei tritt schon frühzeitig eine dauernde Erweiterung des linken Vorhofs und damit des linken Herzohres ein, welches noch dazu von dem erweiterten Vorhof mehr an die Herzperipherie vorgetragen, also besser sichtbar wird. Das gilt wieder ganz besonders für die Mitralstenose, bei der wir also neben dem erwähnten auffallend kurzen und geradlinigen vierten Herzbogen einen weitvorspringenden dritten Bogen finden.

Auffallend ist nun, daß bei der Mitralinsuffizienz, bei der die Erweiterung des linken Vorhofes ebensolche Grade erreicht, wie bei der Stenose, der linke Herzohrbogen nur selten stark vorgewölbt angetroffen wird. Für diese schon lange bekannte Tatsache finde ich einen Grund lediglich bei Groedel und Dietlen angegeben, S. 263. Beide erklären sie sich so, daß bei starker Erweiterung des rechten Ventrikels dieser vor allem seine Erweiterung nach links oben hin nähme, wodurch der erweiterte linke Vorhof vollständig verdeckt werde; an seiner Stelle werde also zwischen Pulmonal- und linkem Ventrikelbogen der rechte Ventrikel randbildend.

Ich kann diese Erklärung nicht für richtig halten, schon deshalb nicht, weil dann auch bei der Mitralstenose, bei der ja eine ebenso starke Dilatation des rechten Ventrikels vorliegen kann, wie bei der Insuffizienz, der rechte Ventrikel den linken Vorhof ebenso verdecken müßte, was aber keineswegs der Fall ist. Außerdem ist eine Erweiterung des rechten Herzens bei beginnender Mitralinsuffizienz oft noch gar nicht oder sehr geringgradig vorhanden.

Wie ist es nun zu erklären, daß das bei der Mitralstenose so auffallende Symptom der linksseitigen Vorhoferweiterung, der vorgewölbte dritte Bogen bei der Mitralinsuffizienz fast konstant fehlt?

Ich glaube, daß sie nur scheinbar fehlt, in Wirklichkeit aber vorhanden ist, nur nicht so auffallend und deshalb nicht so leicht nachweisbar wie bei der Stenose. Das hat seinen Grund darin, 1. daß die linke Kammer bei Mitralinsuffizienz ja frühzeitig dilatiert und so gewissermaßen die Vorwölbung des Vorhofbogens paralysiert, im Gegensatz zur Stenose, bei der die Kleinheit des linken Ventrikels das Vorspringen des Vorhofbogens geradezu unterstreicht; 2. darin, daß der Vorhof bei der Insuffizienz ganz anderen Verhältnissen unterworfen ist als bei der Stenose. Während er hier infolge der Ostienstenose dauernd prall mit Blut gefüllt, also dauernd erweitert ist, mithin die Aufnahme in jeder Herzphase diese Erweiterung nachweisen muß, ist der Vorhof bei der Schlußunfähigkeit der Klappen pulsatorisch verschieden gefüllt; er ist gefüllt, also erweitert, während der Kammersystole, er wird entleert, kollabiert also während der Diastole. Fällt die Aufnahme in diese Phase, was bei der längeren Dauer der Diastole wahrscheinlich ist, so vermißt man naturgemäß die Vorwölbung des Vorhofbogens auf der Platte. Bei der Durchleuchtung dagegen ist er kammersystolisch sichtbar, nur eben infolge der gleichzeitig bestehenden Kammerdilatation weniger ins Auge fallend als bei der Stenose. Die pulsatorische Erweiterung findet man aber nur bei Fällen, in denen der Mitralfehler frisch ist und noch nicht zu stärkeren Erweiterungen des rechten Herzens geführt hat.

Den weiteren und wohl wichtigsten Grund nämlich, weswegen namentlich bei stärkerer Dilatation des rechten Herzens der dritte linke Bogen nicht so deutlich in Erscheinung tritt, haben wir in einer Achsendrehung des Herzens zu suchen. Das Herz liegt ja dem Zwerchfell größtenteils



auf der rechten Herzkammer auf. Wird diese erweitert, so rückt sie das (in sie gewissermaßen eingebettete) linke Herz vom Sternum nach hinten ab unter gleichzeitiger Rotation um die Längsachse. Infolgedessen verschwindet der dritte linke Bogen nach hinten mehr oder minder ganz aus dem Gesichtsfelde. Die Folge davon ist, daß wir z. B. auch bei Kombination von Mitralinsuffizienz mit Stenose oder auch bei reiner Mitralstenose mit starker Dilatation des rechten Herzens die Vorwölbung des Herzohres selten in so ausgeprägtem Maße sehen können, wie bei der reinen Mitralstenose ohne rechtsseitige Dilatation.

Alles in allem ist die Beschaffenheit des dritten linken Bogens von größtem Werte für die Beurteilung des Herzens. Wir finden ihn, um nochmals zusammenzufassen, erweitert bei allen Stauungen im linken Vorhof, aber ganz besonders stark betont durch die gleichzeitige Atrophie des linken Ventrikels bei der reinen Mitralstenose (Schafsnasenherz), und zwar bevor eine Dilatation des rechten Herzens eingetreten ist. Sehr viel weniger finden wir ihn auch bei der Mitralinsuffizienz betont, und zwar fällt seine Vorwölbung hier um so weniger auf, je größer die gleichzeitige Dilatation des linken Ventrikels ist. Noch mehr ist das der Fall bei stärkerer Dilatation des rechten Ventrikels infolge der Verlagerung des Vorhofs nach hinten. Für die Diagnose von linksseitigen Herzerkrankungen und Aortenklappenerkrankungen hat der dritte linke Bogen keine Bedeutung.

Rechtes Herz.

Zu ihm gehören links der Pulmonalbogen (zweiter linker Bogen), sowie die ganze rechtsseitige Herzkontur abwärts vom Herzgefäßwinkel bis zum Zwerchfell.

Der Pulmonalbogen, früher oft als oberer Teil des mittleren linken Bogens bezeichnet, wird durch den Hauptstamm der Pulmonalarterie dicht unterhalb der Pulmonalklappen gebildet. Er steht zum linken Vorhofbogen in naher Beziehung, zunächst räumlich: Er reitet gewissermaßen auf dem linken Vorhof, wird also bei dessen Erweiterung gehoben, weiter an die Herzperipherie gedrängt und so besser sichtbar. Ferner wird die Pulmonalis neben anderen auch durch die gleichen Momente, die zu einer linksseitigen Vorhoferweiterung führen, gleichfalls unter stärkeren Druck gesetzt und verbreitert. So ist es kein Wunder, wenn wir bei linksseitiger Vorhofdilatation auch fast stets eine stärkere Vorwölbung des Pulmonalbogens finden, während das Umgekehrte keineswegs der Fall ist.

Die Abtrennung des Pulmonal- vom Vorhofbogen ist in den meisten Fällen nicht schwer, namentlich bei der Durchleuchtung: Der kammersystolische Pulmonalbogen setzt sich dabei scharf gegen den präsystolischen Vorhoftyp ab. Auf der Platte ist die Abgrenzung oft viel ungenauer, manchmal garnicht ausführbar.

Die stärkste Erweiterung, bei der der Pulmonalbogen den Aortenknopf mächtig überragen kann, finden wir beim offenstehenden Ductus Botalli. Bei der angeborenen Verengerung der Pulmonalis, die ihren Sitz zumeist in der Nähe der Einmündung des Ductus Botalli hat, finden wir merkwürdigerweise den Pulmonalbogen nur selten stark ausgeprägt, das ist wohl so zu erklären, daß hierbei fast stets gleichzeitig noch andere Entwicklungsfehler vorliegen, die die sonst lebensgefährliche Pulmonalstenose klinisch unschädlich machen, indem sie das Blut der rechten Kammer auf anderem Wege in den großen Kreislauf führen; nach Groedel ist es zumeist ein Septumdefekt, der das Blut aus dem rechten in den linken Ventrikel treten läßt. Zu einer Überdehnung des Conus pulmonalis fehlt unter diesen Umständen die Voraussetzung.

Von den angeborenen Herzfehlern sind die allerdings recht seltenen erworbenen Pulmonalklappenfehler zu unterscheiden. Von diesen sind wohl lediglich Fälle von Pulmonalinsuffizienz bekannt geworden. In ihnen war eine mächtige Vorwölbung des Pulmonalbogens die Folge, die ganz wie die bei offenem Ductus Botalli aussieht.

Außer den genannten, durch ihre Mächtigkeit imponierenden Erweiterungen der Pulmonalis, zu denen noch das ungemein seltene Pulmonalaneurysma kommt, tritt, wie schon gesagt, eine

sehr viel geringere, aber doch deutlich erkennbare Betonung des Pulmonalbogens bei allen Stauungszuständen im kleinen Kreislauf auf; natürlich finden wir dann auch die sonstigen Anzeichen einer Lungenstauung, getrübte Lungenfelder, starke, bis in die Peripherie reichende, netzförmige Gefäßzeichnung und starke Netzknotenbildung an den Stellen der Gefäßüberkreuzungen.

Zuweilen jedoch findet man einen atypisch vorspringenden Pulmonalbogen auch ohne sonstigen röntgenologischen oder klinischen Befund, z. B. bei Basedowkranken. Worauf hierbei die Vorwölbung beruht, konnte oft nicht festgestellt werden. Bei der Unregelmäßigkeit der Befunde und dem Fehlen klinischer Erscheinungen, handelte es sich möglicherweise um eine zufällig weit angelegte Pulmonalis, also um eine Abnormität, nicht um einen pathologischen Befund.

Es geht daraus hervor, daß man mit der Verwertung eines erweiterten Pulmonalbogens allein für die Beurteilung des Herzens vorsichtig sein muß, und daß man den Befund einer solchen Erweiterung nur bei Vorhandensein auch anderer, namentlich auch klinischer Momente zur Diagnosestellung heranziehen darf

Rechte Herzkontur.

Es war bereits gesagt, daß der erste rechte Herzbogen der Aorta ascendens entspricht.

Bezüglich des unterhalb davon gelegenen Teiles der rechten Herzkontur, geben fast alle Autoren an, daß er ganz dem rechten Vorhof angehöre. Der rechte Ventrikel, der gewissermaßen in die Tiefe des Sternalzwerchfellwinkels eingelagert angesehen wird, könne an der Randbildung keinen Anteil nehmen.

Soweit ich die Literatur überschaue, ist es lediglich außer Vaquez und Bordet Dietlen, der bei manchen Fällen eine Unterteilung des rechten Vorhofbogens beobachtete und diesen unteren, dem Zwerchfell aufliegenden Abschnitt dem rechten Ventrikel selbst zuschrieb. Groedel dagegen z. B., der diese Unterteilung des zweiten rechten Bogens auch beobachtet hatte, ist der Meinung, daß dabei der obere Abschnitt dem rechten erweiterten Herzohr, der untere dem rechten Vorhof angehöre, da der rechte Ventrikel nicht randbildend sein könne.

Nach meinen Untersuchungen gerade auf diese Frage hin, bin ich zu der Überzeugung gekommen, daß es zweifellos nicht richtig ist, anzunehmen, daß der rechte Ventrikel an der Bildung der rechten Herzkontur stets unbeteiligt sei. Ich stimme mit der Anschauung Groedels, Rieders u. a. Autoren mehr überein, daß am normalen Herzen die rechte Herzkontur in ihrem unteren Bogen vom rechten Vorhof, und zwar hauptsächlich vom rechten Herzohr gebildet wird. Schon der anatomische Visus, bei dem die Form des rechten Herzrandes ganz dem Bilde des rechten unteren Herzbogens entspricht, beweist das. Vor allem ist dafür die Tatsache maßgebend, daß der Pulsationstyp des unteren Bogens präsystolisch und von sehr geringem Ausschlage ist, also nicht ventrikulären, sondern Vorhoftyp trägt.

Das Bild ändert sich aber, wenn wir das Herz aus der Grundstellung nach rechts zu in die Schrägstellung drehen. Wir sehen dann unterhalb des Aortenbogens an der rechten (vorderen) Herzkontur in jedem Falle eine pulsatorische Zweiteilung: und zwar pulsiert ein kürzerer direkt über dem Zwerchfellschatten liegender Abschnitt synchron mit der Aorta, er schlägt der Herzspitze systolisch entgegen und entfernt sich diastolisch von ihr, mit einem Worte, er zeigt Ventrikelpulsation. Im Gegensatz dazu zeigt das zwischen diesem ventrikulären Abschnitt und dem Aortenbogen gelegene Randstück Vorhoftyp: präsystolische Pulsation von sehr geringem Ausschlage.

Eine anatomische Grenze zwischen dem ventrikulären und dem Vorhofabschnitt besteht nicht, der aus ihnen zusammengesetzte Bogen zeigt am normalen Herzen eine sanfte, ununterbrochene Krümmung. Ist diese stärker betont als gewöhnlich, so finden wir mit Regelmäßigkeit, daß der ventrikuläre Bogenanteil größer ist als normal. Da wir diese Beobachtung bei allen den Fällen erheben konnten, die eine Stauung im kleinen Kreislauf darboten, so konnten



wir folgern, daß hier eine Hypertrophie oder auch schon eine beginnende Dilatation des rechten Ventrikels vorlag.

Untersuchten wir nun ein solches Herz in der Grundstellung, so konnten wir sehr häufig auch hier feststellen, daß der rechte Herzbogen pulsatorisch zwei verschiedene Abschnitte aufwies: einen kurzen ventrikulären oberhalb des Zwerchfells, einen längeren (mit Atriumpulsation) oberhalb davon zwischen ihm und der Aorta. Wir können also sagen: Finden wir bei Grundstellung den untersten Teil des rechten Herzbogens ventrikulär pulsierend, so liegt eine Dilatation der rechten Kammer vor; der erweiterte rechte Ventrikel hat sich nach rechts zwischen Zwerchfell und Vorhof vorgeschoben und ist randbildend geworden.

Je größer die Dilatation des rechten Ventrikels ist, um so länger wird sein sichtbares Randstück; bei starker Erweiterung der Kammer kann es nun zu einer dauernden, also nicht nur pulsatorischen Unterteilung des rechten Herzbogens kommen: Der ventrikuläre Abschnitt, dessen Verlaufrichtung sonst schräg von rechts oben nach links unten zuging, kann eine völlige Umkehrung dieser Richtung derart zeigen, daß sein Ausgangspunkt am Zwerchfell den am weitesten rechts stehenden Punkt des ganzen Herzens darstellt, daß seine Richtung nun also von rechts unten nach links oben geht. Er bildet auf diese Weise mit dem Vorhofanteil einen sehr stumpfen Winkel, an dessen (nach links zeigenden Scheitel) sich die Kreise der beiden verschiedenen Aktionstypen schneiden.

Aus der Schilderung geht hervor, daß dies Bild völlig dem von Dietlen beobachteten Zustande der Unterteilung des rechten Herzbogens entspricht. Es kann für uns also kein Zweifel bestehen, daß Dietlens Erklärung richtig ist, die diesen unteren Abschnitt dem rechten Ventrikel, den oberen dem Vorhof zuschreibt.

Warum findet man diese anatomische Unterteilung nun nicht in jedem Falle von rechtsseitiger Dilatation, sondern sogar nur relativ selten? Wir sahen, daß der rechte Ventrikel einen gewissen Grad von Erweiterung erreicht haben muß, um bei der Grundstellung des Herzens pulsatorisch am rechten Herzrande sichtbar zu werden. Die Erweiterung muß schon recht beträchtlich sein, wenn sie genügen soll, um dem sichtbaren Randstück des Ventrikels die umgekehrte Verlaufrichtung zu geben, die zum Zustandekommen der „Unterteilung", d. h. der Abwinklung der beiden unteren Randbogenstücke gegeneinander, nötig ist.

Bei einem solchen Grade von Kammererweiterung kann es aber infolge von muskulärer Trikuspidalinsuffizienz leicht zu einer Vorhoferweiterung kommen. Dieser erweiterte Vorhof legt sich schalenförmig über den Ventrikel und macht so das Sichtbarwerden der Unterteilung unmöglich.

Wir haben also folgende Möglichkeiten vor uns:

Geringe bis mittlere Grade von rechter Ventrikeldilatation führen (zu mäßiger Erhöhung der Rechtsdistanz und) zu deutlicher Vorwölbung des rechten Herzbogens ohne anatomische, aber mit pulsatorischer Unterteilung. — Hohe und höchste Grade von Ventrikelerweiterung haben (starke Erhöhung der Rechtsdistanz und) durch die Erweiterung des rechten Vorhofs infolge von relativer Trikuspidalinsuffizienz ebenfalls eine starke Vorwölbung des rechten Herzbogens ohne anatomische, aber mit pulsatorischer Unterteilung zur Folge.

Nur wenn die relative Trikuspidalinsuffizienz und damit die Vorhoferweiterung ausbleibt, kann bei starker Ventrikelerweiterung eine anatomische Unterteilung des rechten Herzbogens sichtbar in die Erscheinung treten.

Kann nun diese unsere Auffassung (von der aus Kammer und Vorhof zusammengesetzten) Natur des rechten Herzbogens ungezwungen die verschiedenartigen Beobachtungen erklären, wie sie in der Klinik, vor allen der verschiedenen angeborenen Herzfehler gemacht worden sind, z. B. die Beobachtung Denekes bei Septumdefekt? Deneke erklärt die hierbei von ihm erhobene Beobachtung einer ventrikulären Dilatation des erweiterten rechten „Vorhofbogens" so,

daß er annahm, durch die Öffnung im Ventrikelseptum würde aus dem muskelkräftigeren linken Ventrikel systolisch Blut in die rechte Kammer gespritzt, die Pulsation der rechten Kammer dadurch verstärkt, und diese verstärkte Pulsation auf den der Kammer aufgetragenen Vorhof übertragen.

Nach unserer Auffassung liegt die Sache so, daß durch die aus dem linken in den rechten Ventrikel gelangende Blutmenge eine rechtsseitige Kammererweiterung auftritt, die wie jede andere Kammererweiterung von genügender Größe ventrikulär-pulsatorisch sichtbar wird.

Als Beweis für die Richtigkeit unserer Auffassung sehen wir vor allem zwei Tatsachen an, die bei der bisher geltenden Auffassung von der Vorhofzugehörigkeit des rechten unteren Bogens unerklärlich blieben, 1. die schon erwähnte Tatsache, daß auch bei klinisch sicher ausgeschlossenem Septumdefekt nicht selten eine ventrikuläre Pulsation im unteren Teile des rechten Herzbogens angetroffen wird (Groedel, Deneke). — Nach unserer Auffassung liegt in diesen Fällen, wie gesagt, eine sonst nicht nachweisbare Dilatation und Randbildung des rechten Ventrikels vor.

2. Die Tatsache, daß wir eine Vorwölbung des rechten „Vorhofbogens", verbunden mit Vergrößerung des rechten Medialabstandes gerade bei solchen Erkrankungen finden, die zu einer Erweiterung des rechten Ventrikels, nicht des rechten Vorhofs führen (Stauung im kleinen Kreislauf). Eine Erklärung dafür ist nach der Groedelschen Auffassung nur dann möglich wenn wir annehmen können, daß in jedem Falle zugleich mit der Ventrikel- auch eine Vorhofdilatation eintritt; das ist aber, wie die anatomischen Befunde beweisen und wie auch die klinische Erfahrung lehrt, keineswegs der Fall; Vorhoferweiterung tritt vielmehr erst ein, wenn es bei starker Erweiterung der Kammer zu einer relativen Trikuspidalinsuffizienz gekommen ist.

Während also die pulsatorische Vorwölbung des unteren rechten Herzbogenabschnittes, eventuell seine Unterteilung, die Vorwölbung des rechten Herzbogens im ganzen, und die Vergrößerung des rechten Medialabstandes nach der früheren Auffassung ungezwungen nicht erklärt werden können, sind all diese Erscheinungen nach unserer Anschauung die notwendigen Folgen des durch seine Erweiterung erst in die Erscheinung tretenden rechten Ventrikels.

Die Besprechung des rechten Vorhofs im Röntgenbilde kann ich nach dem oben Gesagten kurz fassen; ich glaube, daß er lediglich eine passive Rolle spielt, und daß sein Verhalten im allgemeinen von dem rechten Ventrikel und seinen Veränderungen abhängig ist, die sehr seltenen Fälle von endokarditischer Trikuspidalinsuffizienz ausgenommen, die röntgenologisch von der „relativen" Form nicht zu differenzieren sind.

Wenn ich zusammenfasse, so komme ich zu dem Ergebnis, daß der rechte Herzbogen am normalen Herzen lediglich durch den rechten Vorhof gebildet wird, daß seine Veränderungen aber mittelbar und unmittelbar auf Veränderungen des rechten Ventrikels zurückzuführen sind.

Schrägstellungen.

Die Erkenntnisse, die uns die Untersuchung in der Grundstellung des Herzens gibt, werden in wertvollster Weise bestätigt und erweitert, wenn wir die Untersuchungen in den verschiedenen Körperstellungen des Kranken anwenden, wie das von F. A. Hoffmann, Rieder, Groedel, Dietlen, Vaquez und Bordet und anderen Autoren mehr schon beschrieben worden ist.

Zu diesem Zwecke drehen wir den Kranken im Sinne des Uhrzeigers aus der dorsoventralen Grundstellung um seine Körperlängsachse wieder zur Grundstellung zurück und beobachten dabei, wie sich in den verschiedenen Stellungen das Herz in seinen verschiedenen Randteilen verhält. Oder wir wenden das von Groedel bevorzugte Verfahren der exzentrischen Durchleuchtung bei dorsoventralem oder ventrodorsalem Strahlengang an, das zu gleichen Ergebnissen führt. Den Vorzug einer größeren Bilderschärfe, den Groedel ihm nachrühmt,



haben wir nicht bestätigen können, wenden deshalb die bequemere Drehung um die Körperlängsachse an und notieren, um für Erfahrungen durch den Vergleich sichere Unterlagen unter konstanten Bedingungen zu erhalten, die Bilder, die wir bei jeder Achteldrehung des Kranken erhalten. Wir kommen so bei einer allseitigen Untersuchung zu acht Bildern, von denen je zwei als Bild und Spiegelbild paarweise zusammengehören. Groedel, Rieder, Vaquez und Bordet und andere Autoren haben bereits die hierbei zur Erscheinung kommenden Herzbögen bezüglich ihrer Zugehörigkeit zu den verschiedenen Herzabschnitten studiert und beschrieben. Wenn ich trotzdem nochmals in Kürze auf diese Fragen eingehe, so geschieht es deswegen, weil die verschiedenen Forscher zum Teil zu verschiedenen Resultaten gekommen sind.

I. Die Untersuchung in der Grundstellung (360°, Fig. 1) ist als wichtigste Methode im Obigen zuerst und eingehend besprochen worden. Ihr Spiegelbild, die ventrodorsale Grundstellung (180°, Fig. 5) zeigt in etwas vergrößertem Maßstabe (da plattenfern), völlig die gleichen Verhältnisse, nur daß hierbei der größte Teil des Herzschattens (Herzhinterfläche) vom linken Ventrikel eingenommen wird.

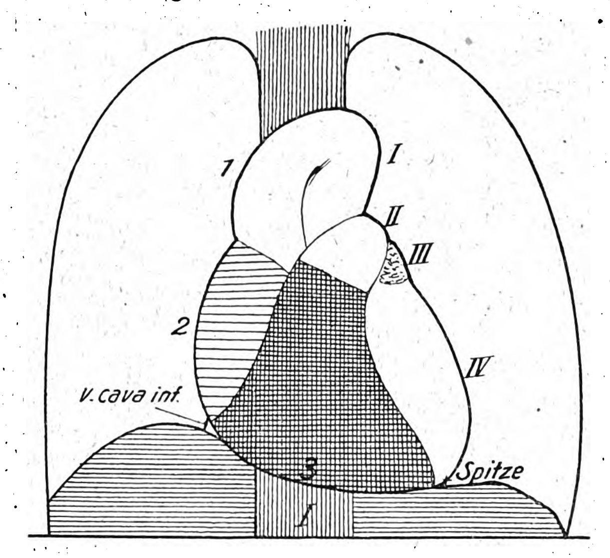


Fig. 1.

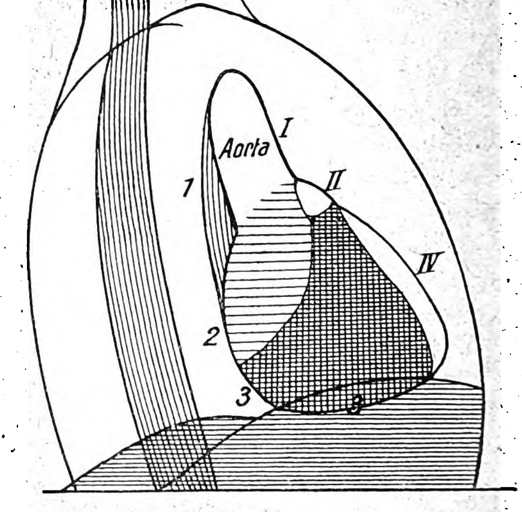


Fig. 2.

II. Halblinks-(Fechter-)stellung (45°, Fig. 2). Das rechte Herz nimmt hierbei fast $^4/_5$ des sichtbaren Herzschattens ein. Der linke Ventrikel hat lediglich am linken vorderen (vom Untersucher aus rechten) Schattenrande einen schmalen Streifen inne, und zwar den ganzen Randstreifen. Denn der linke Vorhof, bzw. das Herzohr ist durch die Drehung nach links aus dem Gesichtsfelde nach hinten gerückt und unsichtbar geworden. Er taucht erst bei weiterer Drehung nach links, und zwar dann am hinteren Herzrande wieder auf. In Übereinstimmung mit Groedel und im Gegensatz zu Vaquez und Bordet sind wir also der Meinung, daß nur ein pathologisch erweiterter linker Bogen in der Halblinkstellung am vorderen wie am hinteren Herzrande unterhalb der Aorta sichtbar werden kann.

Zwischen dem Bogen der Aorta ascendens und dem linken Kammerbogen ist am vorderen Herzrande am normalen Herzen deutlich, bei Erweiterung mächtig vorgewölbt sichtbar, der Pulmonalbogen gelegen. Die Aorta ascendens ist bis zu ihrer Umbiegung in den Arkus völlig zu übersehen (Tiefendurchmesser). Der Arkus ist in dieser Stellung verdeckt, dagegen sieht man am hinteren Herzrande hinter der Aszendenz einen schwächeren, den Aortenherzwinkel ausfüllenden Schatten zum Zwerchfell ziehen, die Aorta descendens.

Unterhalb des Aortenschattens schließt sich hier, also an der der Wirbelsäule zugekehrten Herzseite, zuweilen eine schwache, wenig pulsierende Vorwölbung an, die von Vaquez und

Bordet anscheinend dem linken Vorhof, bzw. dem Herzohr zugesprochen wurde. Da wir sie als erkennbare Vorwölbung lediglich bei Fällen mit stärkerer Insuffizienz des rechten Herzens gefunden haben, können wir uns der Vaquezschen Auffassung nicht anschließen, sondern stimmen Groedel bei, der sie dem rechten Vorhof zuspricht. An sie schließt sich nach unten, normaliter ohne scharfe Grenze, aber pulsatorisch deutlich abgehoben, der rechte Ventrikelbogen an, der auch weiter die untere Herzkontur bildet. Aber diese ist nicht mehr wie bei der Grundstellung von dem Zwerchfell-Leberschatten überhöht und darum unsichtbar, sondern, da wir jetzt fast in der Längsrichtung in den Zwerchfellsternalwinkel hineinsehen, deutlicher von ihrer Unterlage abgehoben.

Das Spiegelbild (Linkshinten-Stellung, gleich 225°, Fig. 6) zeigt völlig die gleichen Randverhältnisse; nur ist bei ihm der größte Teil der Herzfläche vom linken Herzen gebildet, das rechte Herz (Fig. 6) hat lediglich den Randstreifen (am rechten) hinteren Herzrande inne.

III. Linksum-(erste Frontal-)stellung (Fig. 3). Dreht man den Kranken weiter im Sinne des Uhrzeigers in die Linksumstellung (90°), bei der also die rechte Seite dem Schirm zugewandt ist, so liegt das rechte Herz in seiner ganzen Tiefenausdehnung vor uns. Die rechte

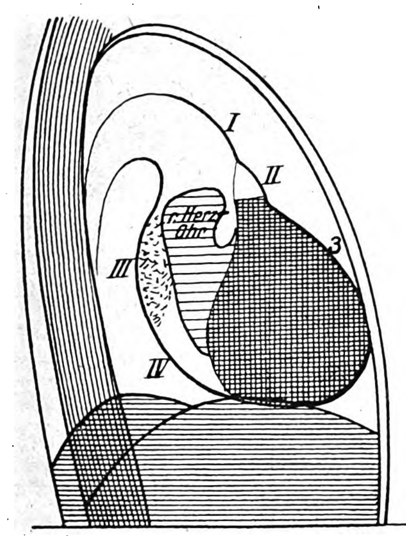


Fig. 3.

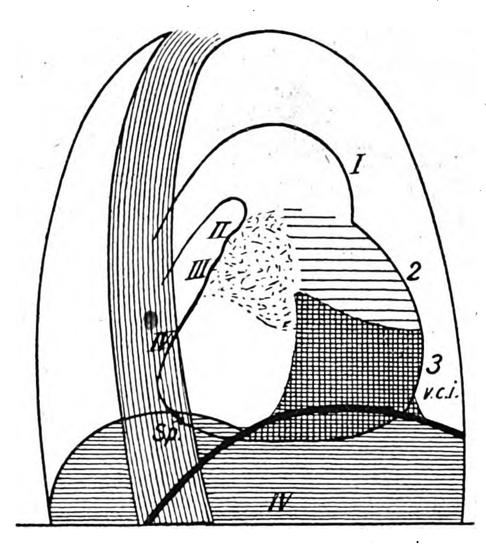


Fig. 4.
Rechtshinten-Stellung (135°) wird bei der wichtigeren Spiegelstellung (Halbrechtsstellung 315°) besprochen.

Kammer bildet jetzt den vorderen, dem Brustbein zugekehrten Herzrand, darüber folgt nach Vaquez und Bordet sofort der Aortenbogen. Wir glauben jedoch, zwischen diesen beiden Bogen einen dritten nachweisen zu können, welcher der Pulmonalis entspricht. Weiter nach oben kommt dann die Aorta, von der normal nur die Aszendens, bei Sklerosierung irgendwelcher Art auch der Arkus und unter Umständen die Deszendens sichtbar wird.

Die hintere Herzkontur, die bei der meist guten Helligkeit des Retrokardialraumes gut erkennbar ist, zeigt unterhalb der Aorta den linken Vorhofbogen. Zwischen diesem und dem Zwerchfell wird als letzter Herzbogen normaliter als ganz schmaler Randstreifen der linke Ventrikelrand bildend.

Das Spiegelbild dieser Stellung, die zweite Frontralstellung (Fig. 7), (Rechtsum, 270°), zeigt im allgemeinen die gleichen Verhältnisse. Auch bei ihr wird der vordere (linke) Rand oben von der Aorta und Pulmonalis, unten vom rechten Ventrikel gebildet, doch schiebt sich hier zwischen den Pulmonal- und rechten Ventrikelbogen schon der rechte Vorhofbogen ein. Der linke Herzrand wird dagegen unterhalb der Aorta vom linken Vorhof, dann vom linken Ventrikel gebildet. Beide können bei starker Erweiterung des rechten Herzens durch dessen Ausdehnung nach hinten überlagert werden; in diesem Falle kann das Herz hinten randbildend werden, wie

umgekehrt der linke Ventrikel bei starker Dilatation vorn randbildend sein kann. Die Herzspitze ist in der Rechtsumstellung ungefähr auf den Beobachter zu gerichtet.

Die Stellung muß neben der Rechtsvorn-Halblinks-Stellung als die wichtigste der Schrägstellungen gelten, weil bei ihr das Herz dem Schirm nahe liegt, seine Konturen sich also schärfer als bei den hinteren Schräg- und den Querstellungen abzeichnen.

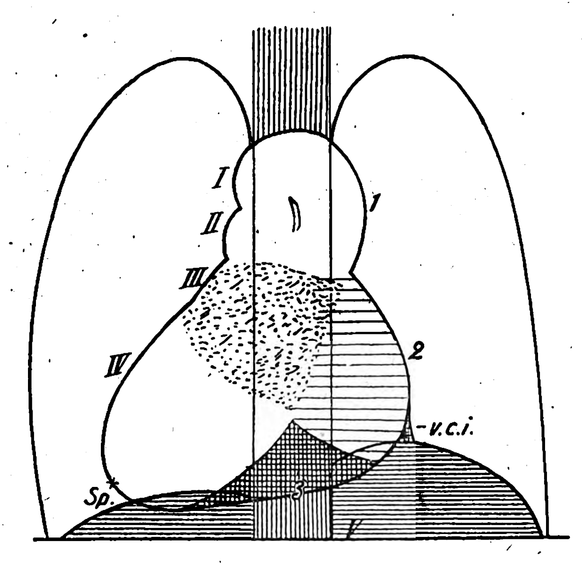


Fig. 5.
Ventro-dorsalstellung ist bei I besprochen.

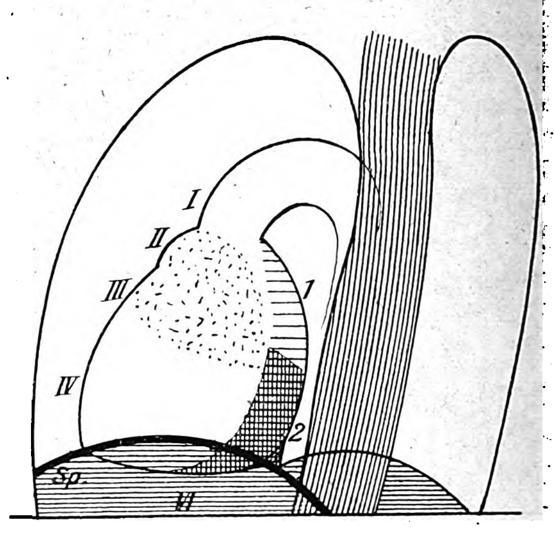


Fig. 6.
Linkshinten-Stellung (225°) ist bei der Spiegelstellung (45°) besprochen.

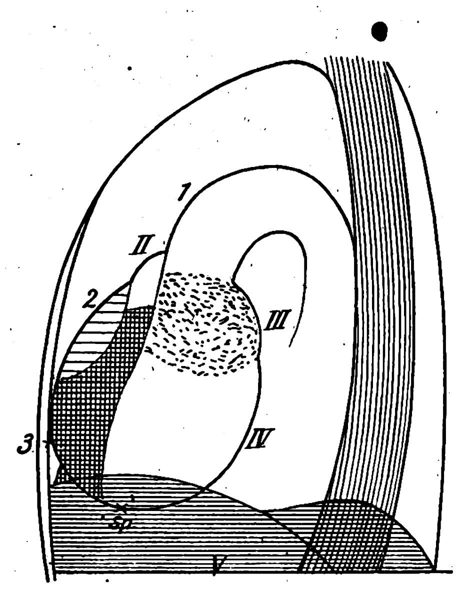


Fig. 7.
Zweite Frontalstellung (Rechtsumstellung) ist bei der ersten Frontalstellung besprochen.

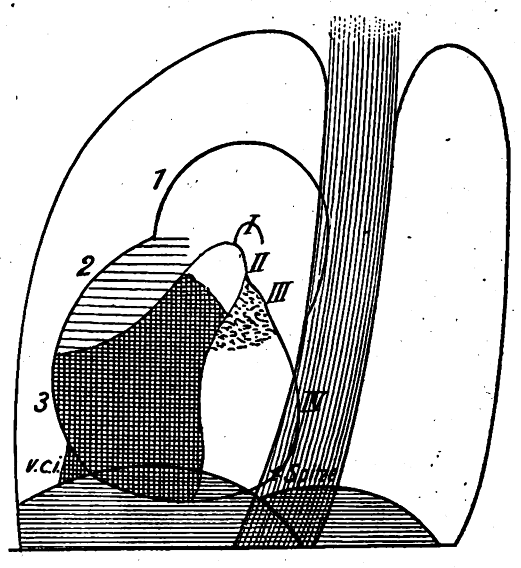


Fig. 8.
Linksvorn-(Halbrechts-)Stellung (315°).

Der vordere, vom Beschauer aus linke Herzrand, wird oben von der Aorta ascendens, darunter vom rechten Vorhof, unten vom rechten Ventrikel gebildet. Am normalen Herzen markiert sich die Grenze zwischen den beiden letzteren Herzabschnitten durch den Schnittpunkt der Vorhof- und der Kammerpulsation. Bei Erweiterung des rechten Ventrikels kann der Grenzpunkt durch Abwinkelung des ventrikulären Abschnittes nach vorn links direkt sichtbar werden, wie früher schon auseinandergesetzt wurde.

Auf der rechten (hinteren) Seite des Herzschattens sehen wir unterhalb der Aorta den Pulmonalbogen in dem oben ziemlich dunklen Retrokardialraum meist undeutlich, mit Erweiterung deutlicher werdend. Ihm folgen nach unten der linke Vorhof- und dann der linke Ventrikelbogen, beide gut erkennbar und namentlich bei Erweiterung der Höhlen zuweilen mächtig nach hinten vorspringend. Man kann den Winkel, bis zu dem der Kranke aus der Grundstellung nach rechts gedreht werden muß, um den Vorhof, bzw. den Ventrikelbogen völlig von der Wirbelsäule freizubekommen, direkt als Maßstab für die Größe der Erweiterung dieser Höhlen zu benutzen. Je weiter der Kranke dazu nach rechts gedreht werden muß, je größer also der Drehungswinkel ist, um so größer ist die Erweiterung des linken Vorhofs oder des linken Ventrikels[1]).

Daß die Halbrechts-Stellung für die Beurteilung der Aorta von ganz besonderer Wichtigkeit ist, ist bereits früher gesagt worden; mit ihrer Spiegelstellung, der Rechtshinten-Stellung (135°, Fig. 4), die im übrigen völlig die gleichen Verhältnisse aufweist, ist sie die einzige Stellung, in der die Aorta in ihrer ganzen Ausdehnung parallel zum Schirm, also ohne Verzerrung überschaut werden kann. Ebenso sind beide Stellungen für die Beurteilung des linken wie rechten Ventrikels von großer Wichtigkeit.

In einer Tabelle seien die Formveränderungen, die wir bei den wichtigsten Herzerkankungen finden, und die Herzstellungen, die die günstigsten Beobachtungsmöglichkeiten geben, zusammengestellt.

Diagnose	Herzstellung	Linker Ventrikel	Linker Vorhof	Herzspitze	Rechter Ventrikel	Rechter Vorhof	Pulmonalis	Aorta	Ldm.	Trdm.
Mitralinsuff.	0° 315, 45°	erweitert	nicht sichtbar	schlank bis rund	normal bis stark erweitert	normal bis stark erweitert	mäßig vorspringend	o. B.	vergr.	linker, später auch r. Ma vergr.
Mitralstenose	0° 315, 45°	atrophisch	mächtig erweitert	spitz	normal bis stark erweitert	normal bis stark erweitert	„	„	klein	r. Ma vergr.
Komb. Mitralfehler	0 315, 45°	stark erweitert	stark erweitert	rund	erweitert	„	„	klein	vergr.	mäßig vergr.
Aorteninsuffizienz	0 315, 45°	erweitert	o. B.	„	o. B.	o. B.	o. B.	zuerst rein pulsatorisch, später dauernd erweitert	vergr.	l. Ma vergr.
Aortenstenose	0 315, 45°	„	„	„	„	„	„	schmal geringe Aktion	„ (geringer)	„ (geringer)
Komb. Aortenfehler	0° 315, 45°	„	„	„	„	„	„	meist erweitert	„	„
Aortensklerose	0° 315, 45°	ersthypertrophisch u. st. erweitert	„	verdickt bis rund	„	„	„	lang, geschlängelt, breit, dunkel	etwas vergr.	o. B. bis st. vergr.
Pulmonalklappeninsuff. / Ductus Botalli	0° 45° / 0° 45°	o. B.	„	o. B.	erweitert	„	stark erweitert	o. B.	o. B.	rechter Ma vergr.
Myokarditis, Herz bei Hypertonie, Arteriosklerose, Concretio pericardii, Bierherz	0° 45, 315	bei genügend langer Dauer des Zustandes: stark erweitert	erweitert	rund	stark vorgewölbt	nicht sichtbar	vorgewölbt	außer bei Sklerose o. B.	stark vergr.	stark vergr.

[1]) Vaquez und Bordet benutzten zu gleichem Zwecke die Drehung des Kranken aus der Ventrodorsal-Stellung nach rechts bis zum Verschwinden der Herzspitze in den Wirbelsäulenschatten.

Herzlage, -aktion, -tonus, -größe.

Bisher war von der Herzform und ihren Veränderungen, wie wir sie als Folge der verschiedenen Erkrankungen des Herzens finden, die Rede. Die Röntgenuntersuchung gibt uns außerdem noch über andere Eigenschaften des Herzens Auskunft, über seine Lage, seine Aktion, seinen Muskeltonus und seine Größe.

Daß zur richtigen Beurteilung der Lage des Herzens ebenfalls die Untersuchung des Herzens in mehreren Richtungen, zum mindestens in der sagittalen und frontalen Richtung notwendig ist, sollte für jeden Röntgenologen selbstverständlich sein[1]). Dasselbe gilt für die Beurteilung der Herzaktion. Hier ist es weniger der allgemeine Pulsationstyp des Gesamtherzens, als vielmehr der spezielle Charakter der einzelnen Herzbogen, der unsere Aufmerksamkeit auf sich zieht; wir müssen ja, da anatomische Grenzen vielfach am Herzschatten fehlen, die Verschiedenheit der ventrikulären und der Vorhofpulsation zur Bestimmung der einzelnen Herzteile heranziehen, die wir beurteilen wollen. Von relativ geringer Bedeutung ist das Beobachtungsergebnis der Herzpulsation im allgemeinen. Abgesehen davon, daß der eigentümlich weitschleudernde Typ der Aortenpulsation bei Aorteninsuffizienz sofort den Blick auf sich zieht, und damit oft — nicht immer — zur richtigen Diagnose führt, sagt uns (die Aufnahme nichts) die Durchleuchtung relativ wenig. Wir vermögen zwar Pulsation geringen, von einer solchen starken Ausschlages zu unterscheiden (letztere vielfach bei Cor nervosum; erstere bei normalem Herzen, aber auch bei manchen Herzmuskelerkrankungen), und wir können auch eine Irregularität der Aktion, Extrasystolen, frustrane Kontraktionen durch gleichzeitigen Vergleich mit dem Pulse erkennen; doch ist es zweifellos, daß das Ergebnis der Röntgenuntersuchung mit dem der klinischen Pulsuntersuchung nicht konkurrieren kann.

Von großer Wichtigkeit hat sich uns dagegen für viele klinisch ungeklärte Fälle die Möglichkeit erwiesen, durch die Durchleuchtung den Muskeltonus des Herzens beurteilen zu können. Nachdem ich 1916[2]) auf diese Möglichkeit vom normaltonischen das hyper- bzw. atonische und das hypertonische Herz zu unterscheiden hingewiesen habe, ist sie von Deneke, F. A. Hoffmann, Plaut u. a. m. ebenfalls in den Dienst der Herzdiagnose gestellt worden; auch Vaquez und Bordet haben in manchen Fällen eine Erschlaffung der Herzmuskulatur beobachtet.

Wir fanden die Hypertonie am häufigsten bei chronischer Nephritis, bei allgemeiner Arteriosklerose und im allgemeinen bei den zu Belastung des linken Ventrikels führenden Krankheiten. Die Atonie fanden wir bei manchen klinisch sicheren Formen von Herzmuskelentartung jeglicher Ursache, und konnten dann feststellen, daß sie meist einen Dauerzustand darstellte. Zuweilen aber konnten wir bei längerer Beobachtungsdauer ein Schwinden der Atonie und das Eintreten des normalen Tonus beobachten. Geradezu die Regel war das bei sehr vielen Herzen namentlich jugendlicher Personen, die nach schweren körperlichen Anstrengungen erstmalig Herzbeschwerden verspürt hatten. Die klinische Untersuchung war bei ihnen oft negativ ausgefallen, so daß zunächst ein rein nervöser Charakter der Herzbeschwerden angenommen wurde. Die Röntgenuntersuchung ergab dann den objektiven Befund einer Hypertonie bzw. Atonie. Nach Einleitung einer Schonungs- und Übungskur schwanden zumeist die Beschwerden, und konnte zugleich das Wiedereintreten des normalen Tonus beobachtet werden. Nach diesen Beobachtungen konnten wir nicht umhin, diesen, gerade jetzt im Kriege oft erhobenen Herzbefund von dem des Cor nervosum zu trennen. Man kann solche Herzen als Übermüdungsherzen bezeichnen, wenn sie, nach besonderen Anstrengungen entstanden, durch geeignete Behandlung wieder vollkräftig gemacht werden können; oder als übermüdbare Herzen, wenn sich zeigt, daß der Zustand der Atonie ein dauernder bzw. rezidivierender ist, klinische Anzeichen einer Herzmuskelentartung sich aber nicht auffinden lassen.

Zum Schlusse noch einige Worte über die Größenbestimmung des Herzens. Sie bildet in den Augen vieler Ärzte auch jetzt noch den wichtigsten Bestandteil der Herzröntgenuntersuchung, während jeder röntgenologisch erfahrene Arzt weiß, daß man aus der Veränderung der Herzform oft wichtigere Schlüsse ziehen kann als aus der Größenbestimmung. Daß das namentlich für beginnende Herzerkrankungen ganz besonders gilt, liegt auf der Hand. Wir

---

[1]) Zehbe, Über Frontaldurchleuchtung. Fortschritte 1917, Bd. XXV, Seite 111.

[2]) Zehbe, Beobachtungen am Herzen und der Aorta, Deutsche Med. Wochschrift. 1916, Nr. 11.

können Herzerkrankungen aus Veränderungen der Herzform sicher diagnostizieren, bevor eine nachweisbare Größenzunahme eingetreten ist.

Was uns die Größenbestimmung des Herzens geben kann, und zwar exakter als die in gleicher Richtung arbeitende Perkussion, ist die Möglichkeit, den momentanen Zustand einer Herzerkrankung zu beurteilen, d. h. im gewissen Sinne das Stadium der Erkrankung, deren Diagnose durch die Formveränderung und den klinischen Befund gestellt wurde. Zum Beispiel: je größer bei einer Aorteninsuffizienz der Längsdurchmesser als Anzeiger der Erweiterung des linken Ventrikel gefunden wird, um so näher ist ceteris paribus der Moment gerückt, in dem die Insuffizienz des linken Ventrikels eintreten wird. Finden wir später auch den Transversaldurchmesser, und zwar nicht nur nach links, sondern auch nach rechts vergrößert, so können wir daraus folgern, daß die Insuffizienz des linken Ventrikels zu einer Stauung im linken Vorhof und weiter im kleinen Kreislauf, und diese wiederum zu einer Hypertrophie und Erweiterung des rechten Ventrikels geführt hat. Insofern sind wir also berechtigt, aus den Größenverhältnissen des Herzens auf seinen momentanen Zustand zu schließen.

Erforderlich dazu ist die Überlegung, was wir mit unseren üblichen Herzmaßen eigentlich messen.

Von allen angegebenen Maßen haben sich bisher nur drei als berechtigt erwiesen, der Tiefen-, der Breiten- oder Transversal- und der Längsdurchmesser. Den ersten erhalten wir durch die frontale, die beiden letzteren durch die sagittale Untersuchung vermittels der Orthodiographie, der Fernaufnahme oder der Fernzeichnung. (Figur 9.)

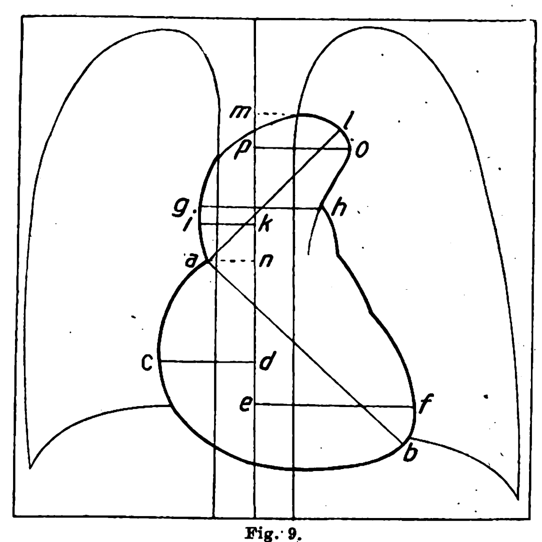


Fig. 9.

Herzmaße:
- a-b = Längsdurchmesser (Ldm)
- c-d = rechter Medialabstand (r. Ma) } Transversaldm.
- e-f = linker Medialabstand (l. Ma) } Transversaldm.

Aortenmaße:
- a-l = Ao.-Länge
- m-n = Ao -Höhe
- g-h = Wurzelbreite
- o-p = Ao r. Ma
- i-k = Ao l. Ma

Um mit dem Tiefendurchmesser zu beginnen, so muß gesagt werden, daß wohl nur die wenigsten Untersucher ihn feststellen. Das hat seinen Grund darin, daß seine Feststellung eine besondere Aufnahme nötig macht, die oft schon der Mühe oder der Kosten wegen vermieden wird; ferner darin, daß der Tiefendurchmesser uns nicht die Ausdehnung der einen oder anderen Herzhöhle, sondern des Herzens im ganzen angibt. Er wird ja, wie bei dem Kapitel der Schrägstellungen beschrieben wurde, in beiden Frontalstellungen, zwar zum allergrößten Teile vom rechten, immer aber, wenn auch zum kleineren Teile, auch vom linken Ventrikel gebildet. Darum ist es nicht möglich zu sagen, ob die Vergrößerung des Tiefendurchmessers durch Erweiterung des rechten Ventrikels bei normalem linken, oder durch Erweiterung des linken Ventrikels bei normalem rechten, zustande gekommen ist. Aber wir untersuchen ja nicht allein im Frontaldurchmesser, sondern wohl immer zuerst im sagittalen, und da wir hierbei mit Sicherheit feststellen können, welcher Ventrikel dilatiert ist, so kann die Frontaluntersuchung weiter ergeben, wie stark die Dilatation ist. Der Wert des Tiefendurchmessers liegt also darin, daß er uns eine ungefähre Kontrolle über die Ausdehnung des Herzens, allerdings vornehmlich des rechten Ventrikels, ermöglicht. — Als Meßpunkte nehmen wir den Punkt des ventrikulär pulsierenden Anteils des hinteren Herzschattens an, der am weitesten nach der Wirbelsäule zu liegt, vorn den in der gleichen Horizontalebene gelegenen Punkt am vorderen Herzrande.

Die gleiche Schwierigkeit wie beim Tiefendurchmesser begegnet uns bei der Bewertung

des Transversaldurchmessers. Er wird (Figur 9) vom linken und rechten Ventrikel zusammen gebildet, so daß man auch hier nicht sagen kann, wo zwischen den beiden Ventrikeln die Grenze liegt. Wir müssen uns daher mit einer ideellen Grenzlinie, der Körpermittellinie, behelfen, von der aus wir den linken und den rechten Medialabstand messen. Dabei nehmen wir an, ohne daß wir die gewonnenen Maße etwa direkt auf die räumliche Ausdehnung der Ventrikel anwenden dürfen, daß die Vergrößerung des linken Medialabstandes durch Erweiterung des linken Ventrikels, die des rechten durch rechtsseitige Kammererweiterung entstanden ist. Daß wir dazu berechtigt sind, lehren uns die nicht allzu häufigen Fälle rein einseitiger Ventrikeldilatation. So finden wir bei dem Aortenherz eine Vergrößerung des Transversaldurchmessers zugunsten des linken Medialabstandes, bei Mitralstenosenherz zugunsten des rechten Medialabstandes.

Wir können also, mit dem Vorbehalt keine auf die Ventrikelräume direkt anwendbare Zahlen zu geben, aus der Vergrößerung des rechten oder linken Medialabstandes auf die Dilatation der entsprechenden Ventrikel schließen, müssen uns aber auch dann noch erst versichern, daß nicht etwa durch Verdrehung des Kranken bei der Untersuchung, durch Skoliose der Wirbelsäule, oder durch Verziehung des Herzens durch Adhäsionen nach der einen oder anderen Seite hin sich Fehler in unsere Rechnung eingeschlichen haben.

Am günstigsten liegen die Dinge bezüglich des dritten Herzmaßes, des Längsdurchmessers, der die Entfernung zwischen dem Gefäßherzwinkel an der rechten Herzkontur und der Herzspitze darstellt. Die Bestimmung dieser beiden Punkte bietet bei der Orthodiographie wohl kaum Schwierigkeiten, bei der Fernaufnahme nur dann, wenn die Platte nicht genügend durchgearbeitet ist, so daß die Spitze von der Ausziehung des Perikardschattens oder vom Zwerchfellschatten nicht differenziert werden kann.

Auch der Längsdurchmesser stellt kein auf die anatomische Herzgröße übertragbares Maß dar: Wir sehen ja (da das Herz nicht in der Frontalebene des Körpers, sondern etwas schräg dazu, von rechts hinten oben nach links vorn unten geneigt ist) das Herz bei der sagittalen Untersuchung in der Verkürzung, seinen Längsdurchmesser also kleiner als in Wirklichkeit. Da aber die Differenz zwischen dem anatomischen und dem Röntgenlängsdurchmesser bei sonst gleichen Bedingungen ziemlich konstant ist, kann man den Röntgenlängsdurchmesser als sicheres Größenmaß bezeichnen.

Wenn wir den Längsdurchmesser auf seine Zugehörigkeit zu den verschiedenen Herzteilen ansehen, so finden wir, daß er sich aus zwei Teilen zusammensetzt. Der weitaus größere: Herzspitze — Aortenklappen, entfällt auf den linken Ventrikel, der kleinere Teil: von der Aortenklappe bis zum Vorhofgefäßwinkel, also bis zur Austrittstelle der Aorta, entfällt auf die Aorta. Dieser Anteil ist nicht nur klein, sondern vor allem auch fast unveränderlich. Die paar Millimeter, die er etwa bei Längendehnung der Aorta verlängert sein kann, spielen bei der Durchmesserlänge von 13 cm (Minimum) keine Rolle.

Daraus folgt, daß eine Zunahme des Längsdurchmessers lediglich auf eine Größenzunahme des linken Ventrikels zu beziehen ist. Die Differenz zwischen der gefundenen Länge und dem Durchschnittsmaße, welches wir aus der Herzgrößentabelle entnehmen, stellt also die Vergrößerung des linken Ventrikels mit annähernder Sicherheit zahlenmäßig dar.

Bewährtes Verfahren zur Röntgenstereoskopie, Fremdkörperlokalisation und Tiefenbestimmung.

Von

Dr. **B. Ulrichs**, Finsterwalde.

(Hierzu Tafel XXI.)

Es ist im Verlaufe der Kriegszeit so vieles über Fremdkörperlokalisation durch Tiefenbestimmung geschrieben worden und eine Fülle von mehr oder minder komplizierten und kostspieligen Geräten geschaffen worden, welche den Zweck haben, dem Chirurgen anzugeben, um wie viele Zentimeter der Fremdkörper von einem oder mehreren auf der Haut gezeichneten Punkten entfernt ist. Die große Anzahl der hierzu angegebenen Verfahren läßt schon darauf schließen, daß keines dieser Verfahren den berechtigten Forderungen der Chirurgen entspricht.

Ich nehme daher Veranlassung, über meine Erfahrungen mit einem besonders einfachen und billigen Hilfsgerät zu berichten, welches mir während der verflossenen Kriegsjahre durchweg die besten Dienste geleistet hat.

Zu Anfang des Krieges habe ich mir das leider viel zu wenig bekannte Grisson-Stereoskop angeschafft, welches aus zwei Schaukästen und einem Spiegel besteht. Die Schaukästen sind für die Einstellung der verschiedenen Plattengrößen in Hoch- und Querstellung eingerichtet und stehen im rechten Winkel zueinander. Ich habe die Kästen in der Ecke eines Zimmers an der Wand aufgehängt, so daß sie keinen besonderen Platz beanspruchen. An dem einen Kasten befindet sich ein Spiegelträger, welcher nach allen Richtungen hin beweglich ist und den in einer Halbkugel befestigten Spiegel trägt. Mittelst dieser denkbarst einfachen Einrichtung ist es jedem Chirurgen möglich, die in der bekannten Weise angefertigten stereoskopischen Röntgenbilder einwandfrei plastisch zu sehen. Schaut man mit dem einen Auge an dem Spiegel vorbei auf das eine Bild und mit dem anderen Auge in den schräg gestellten, dem anderen Bilde zugewendeten Spiegel, so erblickt man zunächst zwei gegeneinander verschobene Bilder, welche man durch entsprechende Neigung des Spiegels gefühlsmäßig zu einem Bilde vereinigt.

Durch die räumliche Betrachtung dieser Röntgenbilder sieht man den Fremdkörper in vollendeter Klarheit und Deutlichkeit an der Stelle im Körper liegen, wo er sich tatsächlich befindet. Auf Grund dieses Bildes vermag man zunächst die Entscheidung zu treffen, ob ein operativer Eingriff angezeigt ist oder nicht. Wird die Operation aber ausgeführt, so gelingt die Auffindung und Entfernung des Fremdkörpers mit größter Sicherheit, da man ja den Fremdkörper an jener Stelle zu suchen und zu finden weiß, wo man ihn im räumlichen Bilde gesehen hat. Es ist daher unerläßlich, daß der Chirurg selbst das stereoskopische Bild vor der Operation sich ansieht und sich den Bildeindruck fest einprägt, sich aber nicht von irgendwelchen Beschreibungen und Angaben eines Röntgenologen abhängig macht. Es ist daher auch zweckmäßig, daß der Chirurg selbst die Anweisungen gibt, in welcher Weise die stereoskopischen Röntgenaufnahmen angefertigt werden sollen.

Für die Fremdkörperlokalisation haben sich kleine Bleidreiecke gut bewährt, wie solche zum Messen der Tiefe von Fremdkörpern nach Grisson an der Hand der stereoskopischen Aufnahmen Verwendung finden. Für die Operation hat die Messung des Tiefensitzes eines Fremdkörpers unter der Haut gar keinen oder nur sehr bedingten praktischen Wert. Denn ein Messen während der Operation ist unmöglich, da man den Maßstab an den noch nicht gefundenen Fremdkörper nicht anzulegen vermag und der zweite Meßpunkt auf der Haut nach erfolgtem Hautschnitt für das Messen verloren ist. Der Operateur wird daher durchweg bessere Erfolge erzielen, wenn er nach dem Erinnerungsbilde operiert, als wenn er sich nach einem an-

gegebenen Tiefenmaß richten soll, welches er erst dann zur Anwendung bringen könnte, nachdem er den Fremdkörper gefunden hat, d. h. zu einem Zeitpunkte, wo er das Maß nicht mehr braucht.

In vielen Fällen wird das Erinnerungsbild, nach welchem man zu operieren hat, dadurch bereichert, daß in die Körperhöhlen und Fisteln usw. Einspritzungen gemacht oder Sonden eingeführt werden. Gute Erfolge habe ich auch mit feinen Spiralsonden gehabt, welche sich in Fistelgänge bequem einschrauben lassen und welche die Darstellung des Sitzes von Geschoßteilen erleichtern.

Gute Dienste hat mir das Messen der Tiefe nach Grisson geleistet für die Bestimmung der Tiefenlage und der Größenverhältnisse von Tumoren. Zu diesem Zwecke werden auf der Wechseltasche für die Röntgenplatten zwei Bleimarken befestigt und oberhalb des Tumors auf der Haut ein kleines Bleidreieck. Werden die fertiggestellten Platten dann so aufeinandergelegt, daß die Schatten der beiden Bleimarken sich decken, dann kann man die seitliche Verschiebung der Tumorenschatten und der Bleidreiecke mit einem Millimetermaß abmessen und die zugehörigen Tiefen aus der von Grisson angegebenen Zahlenreihe ablesen. Die Bestimmung der Tiefenlage von Tumoren (beispielsweise Mediastinaltumoren) ist von besonderem Wert bei der Tiefenbestrahlung mittelst des Radiometers Grisson, um durch geeignete Felderbestrahlung mit der geringsten dem Körper eingeführten Röntgenstrahlenmenge den angestrebten Erfolg zu erzielen.

Ich habe beobachtet, daß jeder Beschauer der stereoskopischen Röntgenbilder eine andere Einstellung des Spiegels vornimmt; ein Beweis dafür, wie unbedingt notwendig die bequeme und sichere Einstellungsmöglichkeit für jeden Betrachter ist. Es sind eben aller Menschen Augen voneinander verschieden. Wer sich bisher noch nicht mit der Röntgenstereoskopie befaßt hat, ist erstaunt über die Fülle der Einzelheiten, welche man im stereoskopischen Bilde klar und deutlich erkennt, welche uns aber das Flächenbild der einfachen Röntgenaufnahme zu sehen nicht gestattet. Werden die Röntgenaufnahmen möglichst weich und schattenreich ausgeführt, so vermögen wir in den stereoskopischen Bildern vor allem auch Weichteilveränderungen und Neubildungen zu erkennen, insbesondere auch sehr frühzeitig den Beginn von Knochenneubildung usw.

Von welch eminenter Bedeutung die Röntgenstereoskopie für die exakte Erkennung der Kopfverletzungen ist, mögen einige Beispiele erläutern: Eine typische Verletzung des Schädels schon in Friedenszeiten ist „der Holzfällerschädel“. Die kolossale Gewalt des fallenden Baumes bringt enorme Verletzungen meist des Schädeldaches zuwege, in Gestalt von Radiärbrüchen, welche sich strahlenförmig von dem Zentrum der größten Gewalteinwirkung nicht nur nach derselben Seite hin auswirken, sondern auch auf der Gegenseite in Kreuzform usw. zur Geltung kommen. Vor dem Einspiegelstereoskop wird man mit Staunen gewahr, daß sich der ganze Schädel allmählich wie ein Mensurkorb auswölbt; eine Fülle von Einzelheiten in den Höhlen und Nebenhöhlen enthüllen sich für den Beschauer, die ihm ohne das räumliche Bild verborgen geblieben wären. Und mit vollendeter Klarheit stellen sich uns die zahlreichen Sprünge und Risse der schweren Verletzung dar.

Für die in ähnlichen Fällen dringendst notwendige Trepanation gibt das Stereobild dem Chirurgen außerordentlich wichtige Aufschlüsse. Bei einem derartig schweren Schädelbruch durch Baumverletzung gelang es mir kürzlich ein dreijähriges Kind durch schleunige Schädeleröffnung zu retten; der bei dem desolaten Zustande des kleinen Burschen aufs äußerste an Zeit zu beschränkende Eingriff wurde durch die vorherige Stereoaufnahme wesentlich erleichtert.

Besonders wertvoll ist die Stereoskopie für die Kriegschirurgie der Schädelverletzungen; auch hierfür ein paar Beispiele:

Unteroffz. Ro. vor 5 Monaten durch Granatsplitter an linkem Scheitelbeinhinterhaupt verwundet; mit pflaumengroßem Defekt in der Schädelkapsel eingeliefert. Jacksonsche Epilepsie, Motilitätsstörungen, Stupor. Schwere Somnolenz. Das Stereobild zeigte mit großer Deutlichkeit zahlreiche Knochensplitter

und Kallusplatten um den Defekt herum, an dessen hinterem unteren Rande eine haselnußgroße Höhle. Trepanation mit Entfernung der Kallusplatten und der Knochensplitter, sowie Entleerung der mit trübserösem Inhalt gefüllten Zyste unter der Dura bewirkte völlige Heilung, Schwinden der Anfälle, Aufhören der psychischen Depression, Rückgang der Halbseitenlähmung.

Unteroffz. Re. Hier wies das Stereobild auf den Sitz des Abszesses hin, der am Grunde des Schädels — zwischen beiden Großhirnhälften — in der Umgebung der Geschoßsplitter lag und in reichlich Zeigefingertiefe zu erreichen und drainieren war. Motorische Sprachlähmung und Schwäche der ganzen rechten Seite. Das Fortschreiten der zur Zeit der Einlieferung bereits bestehenden schweren Gehirneiterung konnte durch den Eingriff nicht aufgehalten werden.

Nicht leicht ist bei den Spätfolgen von Schädelschüssen die Entscheidung: Soll man bei Lähmungen oder bei Anfällen von Jackson-Epilepsie operieren oder nicht; auch hier ist sehr sorgfältige Abwägung des klinischen und des Stereoröntgenbefundes unerläßlich. Zum Zuwarten bewog uns das Röntgenbild in folgendem Falle:

Unteroffz. Sch. Schädelschuß zwei Jahre zurückliegend; in letzter Zeit angebliche Häufung von Krampfanfällen, die denn auch klinisch einwandfrei beobachtet wurden. Der Nervenbefund gab lediglich Anhalte dafür, daß an der Hirnrinde ein Reizzustand vorherrschte. Dabei zu trepanieren, erschien gewagt. Das Stereobild klärte die Verhältnisse dahin auf: In dem Defekte des Schädels sind Knochenneubildungen im Werden, welche sich in gehöriger Weise ausbreiten. Hingegen keine Beweise für das Vorhandensein einer Zystenbildung oder von Knochensplittern. Also: „Hände davon und nicht trepanieren". Nervina in reichlicher Menge im Verein mit Diuretin. Eisblase und Bettruhe beseitigten allmählich die Anfälle.

Die häufigen Verletzungen des Gesichtsschädels einschließlich der Kieferverwundungen sind von berufenster Seite so mannigfaltig und prächtig stereoskopisch geschildert worden, daß es hierzu eigentlich keines Beitrags bedarf. Nur ein Beispiel möge genauer angeführt sein, wegen seiner immerhin bemerkenswerten Einzelheiten:

Füs. J. Bild 1. Vor $^1/_2$ Jahre französisches Kupfergeschoß in linke Jochbogen-Oberkiefergegend eingedrungen. Zunächst auswärts wegen pulsierendem Exophthalmus linksseitige Karotisunterbindung, sodann Entfernung des linken Augapfels. Alsdann wegen vermuteten Sitzes des Geschosses in der linken Oberkieferhöhle Versuch, dasselbe auf dem Wege der Fossa canina zu entfernen. Der Eingriff geschah lediglich gestützt auf eine seitliche Röntgenaufnahme. Frustra.

Bei der Aufnahme bestand starke Kieferklemme, hochgradige Schwerhörigkeit beiderseits, linksseitige Fazialisparese. Durch die in Bild 1 wiedergegebene Stereoaufnahme mit und ohne Einführung einer elastischen Nasensonde wurde als Sitz des Infanteriegeschosses die rechte Raphe pterygoidea festgestellt und nunmehr vom Munde aus in Skopolamin- und Lokalanästhesie durch kleinfingergliedlangen Schleimhautschnitt hinter dem letzten unteren Backzahn das runde Ende des Geschosses zutage gebracht und mit einiger Mühe aus der Pterygoidmuskulatur herausbefördert. Heilung der Operationswunde in wenigen Tagen, allmähliche Besserung der Kieferklemme. Der Mann ist nach Gewöhnung an das künstliche Auge als Posthelfer tätig. Seinen Beruf als Maler kann er wegen starker Kopfkongestionen zunächst nicht mehr ausüben.

Außerordentlich wertvoll ist, wie bereits oben erwähnt, bei gewundenen Fistelgängen die Anwendung einer Spiralfedersilbersonde zur Darstellung des Verlaufes.

Jäger S. Vor $^3/_4$ Jahren Schrapnellsteckschuß Brust, wegen Brustfellvereiterung im Feldlazarett Rippenresektion. Die Tiefenbestimmung nach Grisson ergab einen $6^1/_2$ cm tiefen Sitz des Geschosses. Durch den Operationsfistelgang wurde die Spiralsonde 22 cm tief eingeführt und auf dem Stereobilde der Gang mit großer Deutlichkeit zu Gesicht gebracht. Die Kugel saß zwischen Brustbein und Wirbelsäule in Höhe der Brustbeingelenksgegend der zweiten und dritten linken Rippe, also in dem linken Oberlappen. Die allmähliche Einheilung, die Narben-Schrumpfungsvorgänge ließen sich, abgesehen vom klinischen Befund, fortdauernd durch Stereokontrolle nachweisen; zuletzt war der Fistelgang nur noch 7 cm weit wegsam. — Verhältnismäßig häufig ist das Vorkommen der Beckendurch- und -steckschüsse — meist in der Richtung rücken-bauchwärts — mit und ohne Beteiligung der Harnwege. Der Schütze M. war vor 4 Wochen vom Rücken her durch Minensplitter verwundet, hatte anfangs blutigen, trüben Harn, späterhin leichte Eiweißausscheidung, was den Verdacht auf Blasenverletzung erweckte. Füllung der Blase mit Kollargol (200 ccm) und Stereobild klärten alsbald die Sachlage dahin, daß der Minensplitter im linken Cavum Retzii hart an der Blasenwand, und zwar in $5^1/_2$ cm Tiefe sitzen mußte. Die geringere Füllbarkeit und Verziehung der Blase in ihrer linken Wand deuteten auf Verwachsungen. Bei der Entfernung des Splitters durch Querschnitt oberhalb der Schamfuge fand dieser Befund volle Bestätigung. Der Mann ist wieder kr.-v. geworden. — In einem ähnlichen Falle, bei welchem der Splitter die Scham-

fuge in der Mitte lochförmig scharf durchschlagen hatte und $3^1/_2$ cm tief saß, konnte ich auf Grund des Stereo- und Tiefenbefundes das erforderte Röntgengutachten dahin abfassen, daß bei der Geringfügigkeit der Beschwerden eine Fremdkörperentfernung nicht indiziert sei.

Hinsichtlich der Schußverletzungen der Blase mache ich auf den Wert der Zystoskopie aufmerksam und auf die schönen Arbeiten von Kielleuthner und Stutzin in den Brunsschen Beiträgen.

Auf die Füllung des Kniegelenks mit Sauerstoff nach Wollenberg habe ich in den Fortschritten auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen seinerzeit unter Beifügung einer größeren Zahl (von Dr. Fritz Baumgarten gezeichneter) Sauerstoffröntgenbilder hingewiesen. Zu meinem Bedauern habe ich den Eindruck, daß die Röntgenologen sich zu diesem diagnostisch sehr dankbaren Verfahren nicht recht entschließen können. Band XXI, Heft 6, Seite 618.

Ich selbst kann auf Grund von über fünfzig O-Füllungen der Methode nur das Beste nachsagen; so auch im folgenden Falle:

Jäger B., bei welchem nach Sauerstoffüllung des Kniegelenks der Streckschleimbeutel sich besonders deutlich markierte und der gelatinöse Erguß in diesem Quadrizepsbeutel sehr klar zur Geltung kam. Die Verwundung selbst lag bereits 2 Jahre zurück. Von anderer Seite war die Eröffnung des Gelenks wegen der zu befürchtenden Infektion abgelehnt worden. In dem chronisch entzündlichen Zustande des Gelenks sah ich eine absolute Anzeige dafür, dasselbe zu öffnen und die Schrapnellkugel durch seitliche Inzision aus der Gelenkkapsel zu entfernen, gleichzeitig aber auch den beträchtlichen in das Gelenk ergossenen Gallert herauszuholen. Heilung per primam in 8 Tagen, fast volle Beweglichkeit des Gelenks nach 14 Tagen; Nachbehandlung mit Diathermie usw. Ob und inwieweit der zum Zwecke der Diagnostik in statu nascendi in das Kniegelenk gefüllte O antibakteriell wirkt, ist zurzeit noch eine ungeklärte Frage, doch nach den schönen Erfolgen von W. Knoll (Brunssche Beiträge) und nach meinen eigenen günstigen Ergebnissen sehr wahrscheinlich. Sorgfältige Auswahl der zur Sauerstoffüllung geeigneten Gelenke ist vorderhand noch ratsam.

Das Sauerstoffbild Nr. 2 zeigt ein Kniegelenk mit Granatsplitter in der Kniekehle, und zwar im oberen Ansatze der Gastrocnemiussehne. Bild 2.

St. N. Auch hier durch Vereinigung von O-Füllung und Stereogramm sehr plastisches Hervortreten der Einzelheiten.

Bei der Entfernung fand sich der Fremdkörper hart an den großen Gefäßen liegend.

Die Erkennung und Heilung der zahlreichen Knochenschußverletzungen der Gliedmaßen stellte in dem jetzigen Kriege an die Kriegschirurgie große Anforderungen. Die offene und ruhende Infektion, die Eiterungen von der harmlosesten bis zur bösartigsten machten das Krankenlager für die Verwundeten oft unsagbar qualvoll, die Heilung für den Chirurgen oft zu einem „Mega Ergon". Auch bei diesen komplizierten Heilungsverhältnissen erhält man durch weiche, kontrastreiche Stereoröntgenbilder schon recht zeitig, oft bereits 6—8 Wochen nach der Verletzung, Aufschluß, in welcher Weise Kalluswolken sich zur Konsolidierung aufmachen, welche Partien der losgelösten Knochensplitter zur Knochenneubildung Verwendung finden, und schließlich auch, wie am besten die physiologische Sequestrotomie nach Klapp — ohne Schädigung der Knochenneubildungsvorgänge — auszuführen ist. Hierzu Beispiele anzuführen, hieße „Eulen nach Athen tragen". Nur ein Fall finde Erwähnung, weil gerade das Stereobild es war, das mich bewogen hat, abzuwarten und keinen Eingriff vorderhand vorzunehmen.

Fl. U. P. in 1700 m Höhe auf nur 30 m Entfernung von feindlichem M.-G. in linken Oberschenkel getroffen, quere Zertrümmerung des Knochens, mäßig vereitert, Auseinanderspritzung feinerer Geschoß- und Knochensplitter. Die feineren Geschoßsplitter sämtlich zwischen Streckweichteilen und vorderer Knochenhälfte, das große Geschoßstück zwischen Knochenhinterseite und Beugemuskulatur. An den Seiten deutliche Kalluswolken (also bereits 7 Wochen nach der Verwundung). Deshalb Zuwarten im Streckverband und glatte Ausheilung mit fester Knochenneubildung und Verminderung der 5 cm betragenden Verkürzung bis auf 1 cm. Sollte die Entfernung des Geschosses (ob englisches Dum-Dum lasse ich dahingestellt) späterhin noch angezeigt sein, so wird der Eingriff dann vielleicht wegen geringerer Gefahr von seiten der ruhenden Infektion vorteilhafter sein.

Wie eminent wichtig ein gutes Stereobild gerade zur Beurteilung der Kallusverhältnisse ist, zeigt folgendes Beispiel:

Batl.-Arzt Dr. B. Der Kollege war vor reichlich 8 Monaten verschüttet worden durch Granateinschlag. Außer doppelseitigem Oberschenkelbruch, rechtsseitigem komplizierten Unterschenkelbruch bestand ein rechtsseitiger Vorderarmbruch, bei welchem als störendste Folge vollständige Aufhebung der Ein- und Auswärtsdrehung zurückgeblieben war. Die auswärts aufgenommenen einfachen Röntgenbilder zeigten wohl das Vorhandensein eines Brückenkallus zwischen Speiche und Elle, konnten jedoch über den genauen Verlauf des Brückenkallus keine nähere Auskunft geben und keinen der begutachtenden chirurgischen Fachbeiräte zu einer Operation ermutigen. Die nunmehr angefertigte Stereoaufnahme brachte sofort Klarheit in die Naturgeschichte des Kallus: Die Vorderarmknochen sind gegeneinander verschoben, sowohl ad axin wie ad latos, so zwar, daß das periphere Ende der Speiche nach oben und streckwärts sieht, das laterale Ende der Elle streckwärts und nach unten schaut. Zwischen dem peripheren Bruchende der Speiche und dem zentralen Ende bzw. dem nach hinten und außen gelegenen peripheren Bruchende der Elle ist ein außerordentlich starker Brückenkallus gelagert, welcher an seiner unteren Hälfte eine kleine erbsgroße Höhle enthält. Der Bruch der Elle war noch nicht knöchern verheilt. Die operative Entfernung des Brückenkallus verbunden mit Knochennaht der Elle und ausgiebiger Aufmeißlung einer großen Knochenfistelhöhle am rechten Schienbeine führten zu glatter Heilung und dank der großen Energie des Kranken dazu, daß er schon bald nach der Operation ganz hübsche und ergiebige Drehung seines rechten Vorderarmes ausführen konnte und nunmehr nach Entlassung aus dem Heeresdienste in allgemeiner Praxis einschließlich chirurgischer und geburtshilflicher Tätigkeit seinen Mann stehen kann.

Als verhältnismäßig seltene Kriegsdienstbeschädigung erwähne ich eine Knochenzyste bei dem Ldstr. G. in dem unteren Gelenkende der linken Speiche, welche von dem Manne zurückgeführt wird auf einen Fall, den er in starker Beugestellung erlitten haben will. Das Stereobild leuchtet in alle Einzelheiten einer walnußgroßen Knochenzyste hinein, welche auf der Beugeseite nur noch eine pergamentdünne Platte als Hülle aufwies, während auf der Streckseite noch eine feste und kräftige Schale vorhanden war, die für den Zusammenhang des Knochens ausreichend war. Füllung der sorgfältig ausgemeißelten und ausgelöffelten Höhle mit Jodoformglyzerin — ohne jede Drainage — führten bei aseptischem Heilverlauf zu Ausheilung mit guter Beweglichkeit.

Die Entstehungsursache der Zyste war schwer zu erklären, da Wassermann negativ, Typhus und andere Infektionskrankheiten anscheinend nicht durchgemacht. Das Ergebnis der pathologischen Untersuchung war folgendes: „Bei der histologischen Untersuchung des Materials von einer Zyste des Radius fand sich ein chronisches Granulationsgewebe von uncharakteristischem Aussehen mit viel Plasmazellen. Die Flüssigkeit erwies sich bakteriologisch als steril."

Plastik in Röntgenbildern nach Béla Alexander-Budapest:

Der Wunsch wurde bald in mir rege, die stereoskopischen Röntgenbilder mit den plastischen Bildern nach der Béla Alexander-Technik zu vergleichen (siehe Gocht, Handbuch der Röntgenlehre, III. Auflage, Seite 238ff.).

Ich habe den Versuch gemacht, nicht bloß wie Béla Alexander Hände, sondern auch Kniegelenke plastisch darzustellen.

Nach den bisher gemachten Erfahrungen scheint es mir wirklich der Mühe zu verlohnen, namentlich zu Unterrichtszwecken, sich dieser plastischen Wiedergabe von Röntgenogrammen zu bedienen.

Nähere Erläuterungen zu den Bildern erübrigen sich.

Bild Nr. 2. Kniegelenk mit Sauerstoffüllung, Granatsplitter in der Kniekehle.

Bild Nr. 3. Hand mit Granatsplitter im Handteller.

Bild Nr. 4. Vorderarmhandgelenk mit Schrapnellkugel und Speichenknochenverletzung mit feinen Geschoßsplittern um die Bruchstelle herum.

Bild Nr. 5. Kniegelenk mit chronischem Erguß namentlich des Kniekehlenschleimbeutels mit Fabella am Ansatz der Gastrocnemiussehne.

Bild Nr. 6. Kniegelenk mit chronischem Erguß und Bildung von freien, kalkigen Gelenkkörpern in der Gelenkhöhle bzw. in den Gelenkschleimbeuteln.

Zweifellos würden diese Alexander-Bilder noch an Gleichmäßigkeit gewinnen, wenn man sie von Platten anfertigte, welche ohne Benutzung eines Verstärkungsschirmes belichtet sind; die längere Belichtungszeit könnte man schon im Interesse der technischen Vollkommenheit der Bilder mit in den Kauf nehmen.

Meine mit Schirm aufgenommenen Bilder zeigen, daß auch der beste, angeblich vollkommen kornfreie Verstärkungsschirm (sei es nun Gehler, Heyden oder Sinegran) sehr deutliche Körnung hinterläßt.

Ich komme nunmehr zum Schluß meiner Ausführungen, die einen kleinen Beitrag bilden zur Veranschaulichung des Wertes der Röntgenstereoskopie für die Kriegschirurgie. Dabei ist die bedauerliche Tatsache zu erwähnen, daß vielfach noch bei Lazarettärzten nicht nur kleinerer, sondern auch recht bedeutender Krankenhäuser eine unbegreifliche Abneigung gegen die Röntgenstereoskopie besteht. Diese ablehnende Haltung kann nur auf Unkenntnis beruhen.

Außerdem wäre es gut, der Sucht nach fortgesetzter Schaffung neuer Stereoskopapparate und Tiefenmeßgeräte entgegenzutreten, wenn wir solch einfache und den Bedürfnissen des Operateurs aufs beste entsprechende Apparate, wie beispielsweise das Grisson-Stereoskop, bereits besitzen, die mit dem Vorzuge der Brauchbarkeit den der Wohlfeilheit vereinigen. Neuerdings empfiehlt Heßmann den Konstrukteuren, einen Apparat zu schaffen, um stereoskopische Durchleuchtungen zu machen. Ich möchte auf Grund meiner Erfahrungen eine solche Anregung nicht für eine glückliche halten. Denn erstens soll sich der Chirurg das stereoskopische Röntgenbild kurz vor der Operation genau einprägen. Das ist bei der Durchleuchtung in den meisten Fällen aber nur schwer, in vielen Fällen überhaupt unmöglich. Zweitens aber vermag auch das beste Durchleuchtungsbild nicht annähernd die gleichen Feinheiten zu zeigen, wie die photographische Platte.

Jeder Chirurg aber, der sich die Mühe nicht verdrießen läßt, jedes Stereoröntgenogramm recht genau und mit der nötigen Ruhe auf seine Einzelheiten zu beforschen, wird dafür belohnt werden durch die größere Sicherheit, mit welcher er an Fremdkörper- und Kochenoperationen herangehen kann.

Ulcus callosum ventriculi und Sanduhrmagen.

Röntgenologische Beobachtungen in den Kriegsjahren.

Von

Dr. E. Mühlmann,

leitender Arzt der Röntgenabteilung am städt. Krankenhaus in Stettin.

Das von Reiche, Haudek und Faulhaber zuerst gesehene, von Haudeck ausführlich beschriebene Röntgenbild des Ulcus callosum sive penetrans ventriculi bildet unstreitig das eindeutigste Symptom röntgenologischer Magendiagnostik. Eindeutig ist es zu nennen, weil es mit fast absoluter Sicherheit das Vorhandensein des Geschwürs beweist und seinen Sitz und seine Form zeigt. Es ist das Röntgenbild des Magens, das am ehesten der Anamnese, Klinik und Funktionsprüfung entraten kann, wenn es sich nicht um die Frage handelt, ob nicht schon karzinomatöse Umwandlung des Ulcus vorliegt. Das aber kann röntgenologisch nicht entschieden werden. Nach Payr degenerieren 25—35% aller kallösen Geschwüre zum Krebs, so daß der Nachweis dieser Ulcusform eine größere Achtsamkeit erfordert und von Einfluß auf die Indikationsstellung zur chirurgischen Behandlung werden muß. Andererseits liegt es außerordentlich nahe, daß auch primäre Magenkarzinome das Bild eines Ulcus penetrans vortäuschen können. Eine günstig geformte Höhle, eine Bucht im Schattenrand der kleinen Kurvatur gelegen, kann mit Kontrastbrei gefüllt zweifellos die pilzförmige Vorwölbung herstellen, die wir als erstes Kriterium des Ulcus penetrans anerkennen. Hier wird die Klinik auf den richtigen Weg weisen, wenn man andererseits auch anführen muß, daß die Fälle von Ulcus penetrans, die mit ausgesprochener Kachexie, Achylia gastrica und plötzlich einsetzender Gewichtsabnahme unter der klinischen Diagnose des Karzinoms eingeliefert werden und sich dann röntgenologisch und autoptisch doch als reine Geschwüre erweisen, gar nicht so selten sind. Schwarz beobachtete unter 800 Magenuntersuchungen fünfmal die pilzförmige Nische, von denen zwei durch Krebs bedingt waren; Haudek hat bei Magenkarzinom die Gasblase gefunden. Wir haben in einem Fall, der unten beschrieben wird, eine Pilzbildung bei Magen-

karzinom gesehen. Hier aber lagen deutliche Füllungsdefekte in der Umgebung des Pilzes vor, die auf die Hauptsache deutlich hinwiesen, wie man sich denn überhaupt schwer vorstellen kann, daß ein Magenkarzinom sich radiologisch nur durch die Form des Ulcus penetrans, nicht aber durch Defekte dokumentieren soll, da diese Höhlenbildung doch immerhin einen gröberen Tumor voraussetzt. Die vier klassischen Kriterien Haudeks: 1. abnormer Schatten, 2. Gasblase, 3. Stagnation von Kontrastbrei in der Höhle, 4. palpatorische Unverschieblichkeit der abnormen Schatten finden sich beim Ulcus penetrans nicht immer zusammen, so daß sie für die Differentialdiagnose nur bedingt zu verwerten sind. Nach allem aber scheint die Möglichkeit der Verwechslung bei einiger Erfahrung gering und die Entwicklung der Haudekschen Bilder bei primärem Karzinom recht selten zu sein. Das Bild des Ulcus penetrans zeigt ferner in einem großen Prozentsatz den Gastrospasmus, die fingerförmige Einziehung der großen Kurvatur, die in den allermeisten Fällen direkt auf das Ulcus hinweist. A priori ist aber der Gastrospasmus vom echten Sanduhrmagen schwer zu unterscheiden; beim Ulcus penetrans sind sie oft beide überlagert. Aus beiden Gründen bildet der Gastrospasmus keinen exakten Beweis für die Ulcusgenese des Pilzes. Er kann vorhanden sein und spricht dann besonders für das Ulcus (Haudek, Faulhaber u. a.), er kann bei vorhandenem Magengeschwür fehlen und endlich aus anderen Ursachen auftreten. Neben dem Ulcus simplex und seiner Narbe finden wir ihn auch bei Ulcus duodeni und Magenkarzinom. Haudek weist schon in einer seiner ersten Veröffentlichungen über den Ulcus penetrans darauf hin, später de Quervain. In einem Falle unserer Beobachtung fanden wir intermittierenden Gastrospasmus bei Ulcus duodeni, in einem anderen Falle die konstante Einziehung bei Karzinom. Ganz neuerdings weist Åkerlund auf die erhöhte Bedeutung dieses „Fernspasmus" bei Ulcus duodeni hin. Damit wird die Bedeutung dieses Symptoms für das Ulcus ventriculi, das von vielen Seiten gewiß überschätzt wurde, entwertet, ohne natürlich seinen Wert an sich zu verlieren. — Das Bild des Ulcus penetrans kann ferner hergestellt werden durch Adhäsionen oder Taschenbildungen bei Perigastritis (Haudek), für deren Sporn- bzw. Pilzbildung die Symptome 2—4 nicht zutreffen, und durch Divertikel. Schlesinger beschreibt einen solchen Fall. Aus der der Arbeit beigegebenen Röntgenpause gerade die Diagnose des Ulcus penetrans zu stellen, halten wir nicht für besonders naheliegend, da die flache, über der Antrumrundung gelegene Gasblase ganz allein auftritt, ohne sonst Andeutungen des Ulcus penetrans zu zeigen. Andererseits wird man nicht ablehnen dürfen, daß Divertikel das Ulcus penetrans vortäuschen können. Schlesinger beschreibt ferner eigenartige Bilder, Divertikelbildungen im kardialen Anteil des Magens, die große Ähnlichkeit mit dem Ulcus penetrans haben, spastischer Genese waren und von ihm bei Ulcus duodeni beobachtet sind. Endlich berichtet de Quervain über Divertikel, betont aber selbst, daß sie mit dem Bilde des Ulcus penetrans nicht zu verwechseln seien. — Auf der anderen Seite wird es auch Bilder geben, die ganz untypisch sind. Pétren und Edling beschreiben ein Ulcus penetrans ohne jede kallöse Veränderung. Schleimhaut und Muskelwand zeigten einen 2,5 cm im Durchmesser großen Defekt, dessen Boden nur noch das Peritoneum bildete. Unter dem Drucke der Kontrastmahlzeit wölbte sich dieses vor und zeigte auf dem Röntgenbild einen flachen Buckel, dem die Haudekschen Kriterien 2—4 fehlten.

Nach allem scheinen derartige Röntgenbilder, die nicht durch das typische kallöse bzw. penetrierende Ulkus gebildet werden, selten zu sein, bzw. lassen sie sich bei einiger Erfahrung leicht in ihrer Genese erkennen. Ob aber ein Ulcus callosum karzinomatös degeneriert ist, das zu bestimmen, liegt außerhalb der Grenzen der Röntgenuntersuchung, und kann im folgenden vernachlässigt werden, da in diesen Fällen das primäre doch das Ulcus gewesen ist. Somit kann also mit Recht die Nische oder die pilzförmige Vorwölbung vor allem in Verbindung mit Gasblase, Stagnation des Kontrastbreis und palpatorischer Unverschieblichkeit als Ausdruck des kallösen bzw. penetrierenden Ulcus ventriculi eindeutig genannt werden, da ihr röntgenologischer Nachweis uns auch ohne Klinik über die (primäre) Ulcusnatur der Veränderung aufklärt.



Neben diesem eindrucksvollen Bilde kennen wir als röntgenologische Symptome des Ulcus ventriculi den oben schon geschilderten Gastrospasmus und den benignen organischen Sanduhrmagen. Alle anderen Erscheinungen funktioneller Natur, Motilitäts- und Entleerungsvorgänge, die letzthin von Schütze beschriebene Zähnelung u. a. sind durchaus zweideutiger Natur und müssen aus der objektiven Beobachtung fortfallen, die sich hier nur auf sichere Kriterien des Magengeschwürs beziehen darf.

Der benigne, organische Sanduhrmagen, entstanden durch Narbenschrumpfung infolge eines Ulcus ventriculi, ist vom spastischen Sanduhrmagen nicht sicher zu unterscheiden. Weiter werden Fälle auftreten, in denen Zweifel auftauchen, ob es sich um Ulcus- oder Karzinomgenese handelt. Doch der echte Karzinom-Sanduhrmagen ist recht selten (Moynihan fand unter 23 Fällen zwei, Bier unter 31 Fällen drei Karzinome. Zitiert nach Spannaus) und hat immer seine besonderen Kriterien. Wir sehen das starre, zentralgelegene Verbindungsstück, durch das die Kontrastmahlzeit schnell in den unteren Sack hineinläuft. Die Stenose ist nicht glattwandig, sondern zeigt Defekte. Bei Lageveränderung des Kranken (Bauchlage, Rückenlage) bleibt die Form des Sanduhrmagens im allgemeinen erhalten. Handelt es sich doch um ziemlich erhebliche Tumormassen, die zum Sanduhrmagen führen und dabei den beweglichen Magensack in ein mehr oder weniger starres Rohr umwandeln. Ganz anders aber liegen die Dinge beim benignen Sanduhrmagen auf Ulcusbasis, wenn er in seiner typischen Form auftritt, was allerdings nicht so häufig der Fall ist wie beim Ulcus penetrans. Dann sehen wir das obere Säckchen sich langsam füllen mit kugeliger Begrenzung nach unten. Meist nach längerer Zeit erst beobachtet man am medialen unteren Pol des einem Tintenfischleib nicht unähnlichen, kardialen Sackes eine bei der Durchleuchtung kaum sichtbare feine Kontrastbreistraße, die nach dem pyloralen Sack führt, der sich erst spät und langsam füllt. Unter Umständen kann der obere Sack sogar über den unteren weghängen, so daß man beim Durchleuchten im Stehen kaum den Eindruck eines Sanduhrmagens erhält. Erst Untersuchung in Bauchlage bringt die Aufklärung, die mit großer Deutlichkeit den Gegensatz zum Karzinom-Sanduhrmagen erkennen läßt: die Beweglichkeit und Veränderlichkeit. — Diese Form des „Säckchen“-Sanduhrmagens, die in einem klaren Schema Groedel in seinem Grundriß, Textabbildung 249, wiedergibt, ist der charakteristische Narben-Sanduhrmagen, wie ihn nur das Röntgenverfahren zeigt. — Es ist darüber berichtet worden, daß zwischen der radiologisch dargestellten Sanduhrenge und der chirurgisch später gefundenen eine erhebliche Differenz vorhanden sei, daß das Röntgenbild immer eine längere und engere Stenose zeige als die Autopsie. Man hat daraus geschlossen, daß es sich hierbei um Superposition von Spasmen handele. Nun ist oben schon betont, daß vor allem beim Ulcus penetrans die organische Verengerung des Magens oft von einem Gastrospasmus überlagert sei. Hier kommt das aber oft deutlich zum Ausdruck durch die Form des Sanduhrmagens, während beim „Säckchen“-Sanduhrmagen kein bildlicher Anhaltspunkt für einen Spasmus vorliegt. So entsteht die Frage, ob diese Differenz nicht anders geklärt werden kann. Wenn man sich die Entstehung des Röntgenbildes des „Säckchen“-Sanduhrmagens rein mechanisch darstellt, so erhält man folgendes Bild: (Fig. 1.)

Die vorgetäuschte Länge der Stenose ergibt sich aus nebenstehender Skizze, die gewissermaßen die Magenstraße des Untersäckchens darstellt (Fig. 1). Versucht man auch das untere Säckchen ganz aufzufüllen, so gelingt das meist nicht, aber das verbindende Band schwindet oft und man erhält folgende Bilder (Fig. 2, 3).

Deutlich wird diese Erklärung erst bei Untersuchung in Bauchlage nach Füllung des Magens: dabei bekommt man genau die umgekehrten Verhältnisse, indem nämlich nunmehr die Verbindungsstraße dem Obersäckchen angehört und entsprechend der Bauchlage schlierig ausgezogen erscheint (Fig. 4).

Endlich haben wir bei der Röntgenuntersuchung einen gefüllten tonisierten Magen vor uns, und es ist verständlich, daß Stenosen dabei deutlicher werden, als bei dem schlaffen Magen des Narkotisierten. Schließlich ist der Atropin- oder Papaverinversuch bei diesem Sanduhrmagen negativ.

Allerdings beschreibt Haudek zwei Fälle, die in dieses Formengebiet hereingehören, als spastische Sanduhrmagen. Aber wo man auch die Literatur durchsehen mag, immer findet sich dieses Bild als das typische des Narben-Sanduhrmagens auf Ulcusbasis.

Sanduhrmagen, die durch extraventrikuläre Einflüsse gebildet werden wie luftgeblähte Gasschlingen, den linken eventuell vergrößerten Leberlappen (Béclère, Altschul) lassen sich durch Röntgenpalpation ausschließen. Daß der benigne Sanduhrmagen auch durch Strangulation extraventrikulärer Stränge gebildet werden kann, ist von Fischer beschrieben worden. Endlich kommt noch die Magenlues in Betracht, die aber sehr selten ist und mehr Skirrhusformen (Hemmeter und Stokes, Joh. Müller, Eppinger und Schwarz, Mühlmann) als Sanduhrmagen schafft, wie ihn Béclère beschreibt.

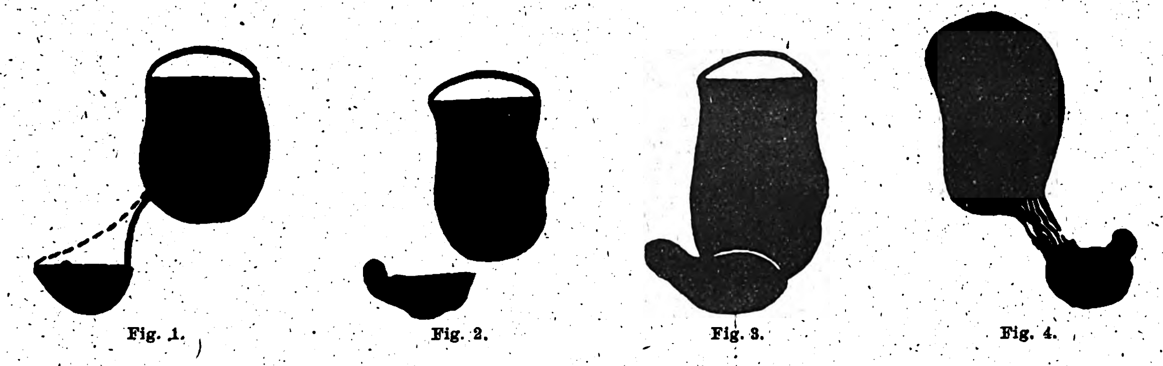


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

So erscheint die Form des „Säckchen"-Sanduhrmagens wohl typisch als Ausdruck der Narbenstenose auf Ulcusbasis. Bei genügender Erfahrung ist er mit der malignen — der Karzinomform kaum zu verwechseln und da, wo er rein auftritt — und das ist u. E. meist der Fall — kann der Gastrospasmus auch ohne Atropin und Papavarin ausgeschlossen werden. In zweifelhaften Befunden bedeutete genetisch beides dasselbe: das Ulcus ventriculi.

So haben wir in dem Bilde des Ulcus penetrans und Narben-Sanduhrmagens die charakteristischen Röntgensymptome, die in voller Klarheit das Magengeschwür beweisen, mag es akut oder vernarbt sein. Daß eine kleine Anzahl Fälle anders verursacht sein können, wie oben beschrieben, kann ihren Wert nicht herabsetzen. Wir haben in der gesamten Klinik keine eindeutigeren Bilder, es sei denn in der Autopsie, die natürlich zur Klärung der Röntgenbilder als bestes Beweismittel weitgehend mit herangezogen werden muß. Daß auch die chirurgische Kontrolle versagen kann, ist von mehreren Autoren beschrieben worden.

Wir haben seit Anfang 1914 50 Fälle von Ulcus ventriculi callosum sive penetrans, 12 Fälle von benignem Narben-Sanduhrmagen und 6 Fälle von spastischem Sanduhrmagen beobachtet, über die, soweit sie allgemeines Interesse haben, hier in Kürze berichtet sein soll.

Das Ulcus penetrans sive callosum wurde in 48 Fällen bei Zivilkranken, in zwei Fällen bei Soldaten der Lazarettabteilung gesehen. Es kam 26 mal bei Frauen, 24 mal bei Männern vor. Auffällig ist das relativ hohe Alter der Kranken. 19 Kranke befanden sich im 6. Dezennium, in einem Falle war die Kranke erst 19 Jahre alt, drei Patienten waren im 3. Jahrzehnt des Lebens, die übrigen im 4. und 5. Hiermit in Einklang stehen die statistischen in den Kriegsjahren gewonnenen, allerdings das Ulcus duodeni betreffenden Mitteilungen Harts, der in seinen Sektionsangaben im 6. Jahrzehnt die überwiegende Mehrzahl der Duodenalulcera oder Narben fand im Gegensatz zu den Veröffentlichungen der Chirurgen. Nach seiner Erfahrung verhält sich das Ulcus ventriculi nicht anders. Die klinischen Angaben, über die hier nur kurz berichtet sei, lassen Gemeinsames, dem Ulcus penetrans Charakteristisches nur wenig erkennen. Die Anamnese erstreckt sich bald auf ein jahrelanges Magenleiden mit temporärem Auftreten, bald erst auf die letzten Wochen. Erst im Jahre 1917 und 1918 wurden fast durchweg akute Verschlimmerungen der letztvergangenen Zeit angegeben. Bluterbrechen ist nicht häufig, ebenso der Nachweis okkulter Blutungen relativ selten. Die Beschwerden sind außerordentlich wech-

selnd, weisen natürlich in der großen Mehrzahl auf ein Magenleiden hin, täuschen aber oft Gallenblasen-, Nieren- und andere Erkrankungen vor. Dementsprechend ergeben die Palpationsbefunde bald klare, bald durchaus zweifelhafte Resultate. Der Chemismus des Magens schwankt in großen Breiten. In der Hauptsache handelt es sich um Hyperazidität, oft um normale Säurewerte, gar nicht selten um Hypazidität, vereinzelt um Achylie; kachektische Kranke waren nicht selten.

Die Röntgenuntersuchung ergab die bekannten charakteristischen Bilder des Pilzes mit Intermediärschicht, Gasblase und Füllung des Geschwürsgrundes nach Entleerung des Magens. Eine große Anzahl zeigte das Bild der Haudekschen Nische in klaren Formen. Nischen traten häufig als halbrunde Vorwölbungen auf, die oft die Größe eines Taler-Fünfmarkstück-Segments erreichten. Bei ihnen fand sich niemals die Gasblase und seltener Dauerfüllung der Höhle. Auffällig war dagegen, daß operativ sich diese Bildform von der des Pilzes nicht nachweisbar unterschied. Haudek weist auf den Gegensatz hin, daß das Ulcus penetrans sich autoptisch als mehr oder weniger halbkugelige Höhle darstelle, die die Retention und Gasblase gar nicht möglich mache. Er glaubt deshalb, daß unter dem Einfluß der Ingesten Spasmen den Eingang verengerten und so eine in sich geschlossene kugelige Höhle resultiere. Das mag für einige Fälle zutreffen. Da aber, wo breite kallöse Wälle die Perforationshöhle umlagern und einen starren, gar nicht elastischen Ring darstellen, kann man sich nicht recht vorstellen, daß Spasmen, die zirkulär auftretend erst von Wirkung sein dürften, nennenswerte Verkleinerungen der Höhleneingänge erzeugen könnten. In der Tat sahen wir, daß die Zahl der Ulcera penetrania, die breitbasig dem Magenschatten aufsaßen, viel größer war, als die der gewissermaßen „gestielten" Pilze (Untersuchung in dorsoventraler und frontaler Durchleuchtungsrichtung). Es ist natürlich nicht möglich, eine scharfe Grenze zwischen Ulcus penetrans und Ulcus callosum, d. h. zwischen Pilzbildung und Nische zu ziehen. Immerhin sahen wir klinisch erbsengroße, pilzförmige echte Ulcera penetrantia im Sinne Haudeks und Nischen von fast Walnußgröße. So gewinnt man den Eindruck, als ob das Ulcus penetrans mit allen Kriterien Haudeks nur dann entstehen könne, wenn der Geschwürsgrund bzw. untere Pol der Höhle tiefer steht als der Kanal, der sie mit dem Magenbild verbindet. Dasselbe gilt entsprechend für den oberen Pol. Beides scheint oft der Fall zu sein! Bei einer allerdings kleinen Anzahl dürften Spasmen die Pilzform bilden. Bei einer großen Zahl dagegen scheint die Höhle ganz offen zu sein und zu bleiben. Die Folge davon ist die halbkugelige Nische ohne Blase und Rückstände. Wenn man trotzdem öfter geringe Wismutretentionen findet, so mag es sich dabei um Niederschläge auf dem annähernd horizontalen oder etwas schräg nach abwärts gerichteten Boden der Höhle handeln.

Die Sanduhrenge sahen wir nur in 22 Fällen, wobei unentschieden bleiben mag, ob sie spastisch oder organisch bedingt war.. Die von Schütze neuerdings als Ulcussymptom verteidigte konstante Zähnelung der großen Kurvatur sahen wir in einzelnen Fällen dort aber sehr markant auftreten. Es mag hier angefügt sein, daß im Verlauf der ganzen Magenuntersuchungsreihen dies Phänomen außerordentlich oft gesehen wurde, öfter als klinisch und röntgenologisch das Ulcus ventriculi diagnostiziert werden konnte. Wir beobachteten es besonders im Beginn der Magenuntersuchung und dann, wenn palpatorische Manöver die Peristaltik steigerten. So sahen wir es in zahlreichen Fällen während längerer Durchleuchtung niemals, wohl aber auf der dann angefertigten Photographie. Es liegt sehr nahe, daß das Andrücken der Kassette, die vom Kranken umarmt wird, dieses Phänomen auslöste, wie ja bekanntermaßen hierdurch die Peristaltik überhaupt gesteigert wird. Wir neigen demnach mehr der Ansicht Groedels zu, daß es sich hierbei um ein peristaltisches Phänomen handelt, ohne ablehnen zu wollen, daß eine Zähnelung unter Umständen sehr deutlich beim Magengeschwür auftreten kann. Wir möchten sie aber nicht als eine für das Ulcus besonders charakteristische Erscheinung auffassen.

Der vor dem Kriege besonders durch die Wiener Röntgenologen sehr bekannt gewordene

sogenannte Tardivpylorospasmus als Ausdruck eines Ulcus ventriculi, der selbst bei pylorusfernem Geschwür noch in 50% der Fälle auftreten sollte, ist inzwischen durch Haudek selbst kritisch beurteilt worden. Schon auf dem Röntgenkongreß 1914 hatte er auf die durch Gastrosukkorrhoe verursachten „falschen Reste" hingewiesen. Seit dieser Zeit haben wir alle Kranke zwischen der ersten und zweiten Röntgenuntersuchung flache rechte Seitenlage einhalten lassen, und eine Entleerungsverzögerung ohne anatomische Ursache (Ca. pylori, benigne Pylorusstenose usw.) nur noch in einzelnen Fällen von echtem Ulcus pylori gesehen, dagegen bei dem Ulcus penetrans sive callosum und Narbensanduhrmagen häufiger. Unter unseren 48 Fällen sahen wir 28 mal grobe Reste auftreten, davon 12 mal bei radiologisch sichtbarer Gastrosukkorrhöe. Damit haben wir den sicheren Beweis, daß der Pylorospasmus ein Symptom des Ulcus sein kann. Er scheint von der Schwere der Veränderungen abzuhängen.

Von besonderem Interesse waren Nachuntersuchungen einiger Fälle von Ulcus penetrans die unter diätetischer Therapie sich gebessert oder selbst bei Anlage einer Gastroenterostomie vergrößert hatten.

Nr. 722. V., Nieter, 39 Jahre alt. Seit 9 Jahren magenkrank. Nüchtern 10 ccm schleimiger Mageninhalt. Probefrühstück: H. Cl. 25; Azidität 71. Blut im Stuhl.

Röntgenologisch: flach dem Schattenrand der kleinen Kurvatur aufsitzende Vorwölbung von 1,5 cm Höhe und 0,5 cm Breite. Spasmusähnliche Einziehung der großen Kurvatur gegenüber. Keine Entleerungsverzögerung; Ulcus leer.

Leubediät, später vorsichtige Ernährung.

Nachuntersuchung: März 1919. V. ist beschwerdefrei bei vorsichtiger Ernährung. Röntgenologisch fehlen Nische und Einziehung.

Nr. 741. 14. I. 18. H., Buchbinder, 56 Jahre alt.

Magenkrank seit 1/2 Jahr. Hunger- und Nachtschmerz. Freie H. Cl.: 26; Azidität 52. Blut: —.

Röntgenologisch: kleine dreieckige Nische der kleinen Kurvatur.

Leubediät usw.

Nachuntersuchung: März 1919. H. ist fast frei von Beschwerden, die Nische fehlt.

Nr. 744. 15. II. 18. L., Arbeiterin, 43 Jahre alt.

Seit Jahren magenkrank. Dauernd Schmerzen, unabhängig vom Essen; zuletzt Verschlimmerung. Nüchtern 50 ccm trübe Flüssigkeit. H. Cl. 25; Azidität 50. Röntgenologisch: halbrunde Nische 1 cm hoch, 0,4 cm breit. Spärliche freie Flüssigkeit, kein Spasmus.

Leubediät usw.

Nachuntersuchung: März 1919. Nach anfänglicher Besserung treten die alten Beschwerden dauernd auf.

Röntgenologisch: Nische unverändert.

Schöne fingerförmige Einziehung der großen Kurvatur.

Nr. 735. 11. 1. 18. L, Dienstmädchen, 51 Jahre alt.

Seit 8 Wochen unbestimmte Magenbeschwerden und Erbrechen. H. Cl. 11, Azidität 50. Blut: +.

Röntgenologisch: breitbasig der kleinen Kurvatur aufsitzende Nische 1 cm hoch, 0,75 cm breit.

Intermittierender Gastrospasmus.

Nachuntersuchung: März 1919. Nur noch vorübergehende Beschwerden. Nische und Spasmus fehlen.

Nr. 347. 6. I. 17. W., Ehefrau, 48 Jahre alt.

Seit 6 Jahren magenkrank: Unbestimmte Leibschmerzen in der Nabelgegend, unabhängig vom Essen. Hartnäckige Obstipation. Seit Dezember 1916 Erbrechen. H. Cl. 15; Azidität 34.

Röntgenologisch: Erbsengroßes Ulcus penetrans mit Luftblase und fingerförmige Einziehung der großen Kurvatur.

Auf Wunsch entlassen.

Nachuntersuchung 27. XI. 17: Dauernde Beschwerden. Ulcus penetrans wesentlich gewachsen: 4 cm hoch, 2,5 cm breit. Operative Bestätigung.

Nr. 396. 15. II. 17. G., Ehefrau, 46 Jahre alt.

Seit 2 Jahren magenkrank, seit 2 Wochen Verschlimmerung. Sodbrennen, Übelkeit, Erbrechen, zuletzt dauernd heftige Bauchschmerzen. H. Cl. 31. Azidität 40.

Röntgenologisch: Typisches Ulcus penetrans mit Luftblase 2 cm breit, 2,5 cm hoch und Rückständen. Operativ bestätigt. Gastroenterostomie.

Nachuntersuchung Februar 1919, da seit 4 Wochen wieder heftige Magenschmerzen bestehen.



Röntgenologisch ist das Ulcus penetrans jetzt 3 cm breit und 4,5 cm hoch, zeigt Intermediärschicht und Blase; geringe Entleerungsverzögerung und Rückstände in der Geschwürshöhle.

Wir sehen also ganz verschiedenes Verhalten. Heilung, Stillstand und Vergrößerung der Höhle trotz Gastroenterostomie. Auf diesen Umstand hat Haudek hingewiesen, der bei 66 Fällen von Ulcus penetrans, die mit einer Magen- Darmfistel behandelt waren, in 26 Fällen keine Veränderung des Ulcus später feststellen konnte, sondern sogar neue Nischen beobachtete. Die Bedeutung der Gastroenterostomie als Operation gegen das Ulcus ist dementsprechend in den letzten Jahren gewürdigt worden. (Bemerkt sei, daß die Zahlenangaben über Höhe und Breite des Haudekschen Schattens nur dann Wert haben können, wenn die Technik der Aufnahme dieselbe bleibt. Als besondere Vergleichskriterien wurden hierzu die Höhen- und Breitenmaße der Wirbelkörper herangezogen.)

Weiter sei berichtet, daß wir einmal ein doppeltes Ulcus callosum penetrans sahen, das dem von Groedel und Levy beschriebenen nicht unähnlich war. Seit der Verfeinerung der Technik gehören diese Fälle nich mehr zu den großen Seltenheiten (Stierlin und Chaoul).

P. R., 42 Jahre alt, Aufseher.

Seit 5 Jahren leidet er an Magenschmerzen, die „kurz vor und nach dem Essen" auftreten. Häufig fauliges Aufstoßen, schließlich schleimiges Erbrechen. Geringe diffuse Empfindlichkeit im Epigastrium. Keine Retentionen. Freie H. Cl. 20; Gesamtazidität 35. Kein Blut im Stuhl.

Röntgenbefund: Nach schneller Entfaltung findet sich ein Hakenmagen, dessen kaudaler Pol handbreit unter dem Nabel steht. In der Mitte der Pars media findet sich eine Einschnürung, die in ihrer Form der des atonischen Magens ähnlich ist, nur daß der darüber gelegene Teil des Corpus reichlich Kontrastmahlzeit enthält. Im engsten Teil dieser Einschnürung findet sich lateral ein kleinhaselnußgroßer Vorsprung, medial ein ähnlicher von Erbsengröße. Über beiden steht eine Luftblase. — Die Tätigkeit des Magens ist lebhaft, aber nach 6 Stunden findet sich ein erheblicher Rest. Die Vorsprünge sind nicht mehr sichtbar.

Operation (chir. Abteilung):

Der Magen ist mit der kleinen Kurvatur nach oben und hinten an dem Pankreas fixiert und zeigt in dieser Gegend Verdickungen und Auflagerungen. Durch Einstülpung der vorderen Magenwand fühlt man deutlich 2 trichterförmige Ulcera.

Querresektion.

Präparat:

Das gewonnene Magenstück von 3—4 Querfingerlänge zeigt im Bereiche der Ulcera eine bis zu Kleinfingerstärke schwielig verdickte Magenwand, deren Schleimhaut abgesehen von hochgradig entzündlichen Veränderungen an sich regelrecht ist.

An der kleinen Kurvatur findet sich in leichten kallösen Wallen eine fast erbsengroße Öffnung, die in eine fast haselnußgroße Höhle hereinführt. Dicht darüber, mehr nach hinten zu, findet sich ein zweites Ulcus penetrans, das etwas kleiner ist. Das Lumen des Magens ist an dieser Stelle außerordentlich verengt.

Bemerkenswert ist nur der Umstand, daß unser Röntgenbild ein Ulcus penetrans sowohl der kleinen als der großen Kurvatur diagnostizieren ließ, während die Operation das eine an der kleinen Kurvatur, das andere an der Hinterwand zeigte. Das ist nur so zu erklären, daß der Magen in Höhe der Ulcera so geschrumpft war, daß sein Lumen nicht breiter war, als der Abstand zwischen den beiden Perforationshöhlen, so daß also diese wandständig wurden und auf der Photographie in der Ebene der Kurvaturen zu liegen scheinen.

In einem anderen Falle fanden wir das röntgenologisch nachgewiesene Ulcus penetrans, daneben eine pfenniggroße, strahlige Geschwürsnarbe. Röntgenologisch nicht diagnostiziert wurde ein Ulcus penetrans der Hinterwand, bei dem sich eine grobe Entleerungsverzögerung fand, die als Symptom eines Pylorosspasmus bei Ulcus pylori aufgefaßt wurde, so daß weitere Untersuchungen unterblieben, die nach dem anatomischen Präparat sicher die Rückstände im Ulcus penetrans hätten zeigen müssen. Kurze Zeit darauf kam die Kranke an einer profusen Magenblutung ad exitum, die infolge der Arrosion größerer Gefäße auf dem Geschwürsgrund zustande kam. Die Kranke wäre wohl zu retten gewesen. Dieser Fall lehrt ganz besonders, wie wichtig die von Zehbe letzthin besonders empfohlene Untersuchung in frontaler Richtung ist, die den pathologischen Schatten auf jeden Fall hätte zeigen müssen und wie wichtig es

ist, sich nicht einfach mit der Konstatierung eines Sechs- bzw. Vierstundenrestes zu begnügen, sondern weiter zu beobachten.

In zwei Fällen sahen wir Magenkrebs und das Bild des Ulcus penetrans miteinander bzw. nebeneinander auftreten:

1107. 4. I. 19. L., Kaufmann, 41 Jahre alt.

Seit 2 Jahren magenkrank. Geringe Schmerzen nach dem Essen, Aufstoßen. 10 Salzsäuredefizit, Azidität 5; Blut im Stuhl +.

Röntgenologisch fand sich ein großer, im ganzen rundlicher, unregelmäßiger Füllungsdefekt der kleinen Kurvatur dicht unterhalb der Magenblase, in dessen Scheitelpunkt sich ein spornförmiger Schatten zeigte, ohne Luftblase. Ihm gegenüber lag eine typische kleine Einziehung sicher spastischer Natur. Für das Karzinom sprach der Defekt, für das Ulcus der Pilz und der Spasmus. — Die Operation ergab einen derben Tumor, der nach hinten zu fest verwachsen war. Der Spasmus fehlte. Der Magen wurde nicht eröffnet. Zahlreiche karzinomatöse Drüsenmetastasen fanden sich als Beweis für die Ätiologie des Tumors. Wahrscheinlich handelt es sich um ein Ulcuskarzinom.

490. 23. V. 17. W., Witwe, 51 Jahre alt.

Seit 10 Jahren magenleidend, seit Januar 1917 starke Verschlimmerung. Schmerzen nach dem Essen. Retentionen. Freie H. Cl. 35; Azidität 50.

Röntgenologisch findet sich ein Ulcus penetrans mit Schicht und Luftblase (1,5 : 3 cm). Gegenüber kleine, spasmusförmige Einziehung. Handbreit tiefer, im Bereich der Pars pylorica, fanden sich für ein Karzinom höchst charakteristische Defekte beider Kurvaturen. Starke Entleerungsverzögerung, die wiederum die Defekte deutlich zeigt. Der Geschwürsgrund ist gefüllt. — Die Laparotomie zeigte einen derben, die ganze untere Hälfte des Magens einnehmenden, fest verwachsenen, karzinomförmigen Tumor, der nicht mehr gestattet, den Magen vorzuziehen. Schluß der Bauchhöhle.

Fig. 5. Fig. 6.

Es erscheint so gut wie sicher, daß hier Ulcus und Karzinom nebeneinander bestehen. Das Bild des Ulcus penetrans wie des Neoplasma ist zu typisch und lokal zu differenziert, als daß der Tumor die Geschwürshöhle bilden oder das beobachtete Ulcus die Ursache für das Karzinom sein könnte.

Über die benignen organischen Sanduhrmagen, von denen 5 Fälle operativ bestätigt wurden, sind Einzelheiten nicht zu berichten. Sie weichen von dem oben geschilderten typischen Bilde nicht ab.

Welche Rückschlüsse auf den augenblicklichen anatomisch-pathologischen Zustand des Geschwürs gestatten die Röntgenbefunde des Gastrospasmus, des Narbensanduhrmagens und des Ulcus callosum? Wenn der Gastrospasmus wirklich durch ventrikuläre Erkrankungen bedingt ist — und das ist er in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle sicher — und wir von den vereinzelten Beobachtungen beim Magenkarzinom absehen, so steht fest, daß die Ursache ein Ulcus simplex (das Ulcus callosum äußert sich primär durch seinen Schatten) und seine Narbe ist; kleinste Epitheldefekte sollen den Gastrospasmus erzeugen können. Nach Ausschluß anderer kausaler Momente sind wir berechtigt, im Ulcus in irgendeinem Zustand des Beginns, der Floridität oder der Vernarbung die Ursache anzunehmen, also schlechthin die Diagnose des Magengeschwürs zu stellen. — Über den Sanduhrmagen sagt Spannaus: „Abgesehen von den wenigen Karzinomfällen sind alle Sanduhrmagen auf Geschwüre zurückzuführen. Das Geschwür beherrscht, um mit Veyrassat zu sprechen, die Pathogenese der Zweiteilung. Der Sanduhrmagen ist eine Komplikation des Ulcus, und hier ist die Komplikation wichtiger als das Ulcus selbst, das ausgeheilt oder in Ausheilung nur durch seine Komplikationen Erscheinungen macht." In der Tat sind wir berechtigt, aus der Form des typischen Säckchensanduhrmagens auf Heilungsvorgänge oder abgeheilte Ulcera zu schließen, sind also imstande, aus diesem Röntgenbild mit großer Wahrscheinlichkeit einen bestimmten Zustand im Ablauf der Vorgänge am Ulcus selbst anzunehmen. So haben wir bei unseren Fällen immer nur Narben, niemals floride oder auch nur in Heilung begriffene Ulcera gefunden. — Der Röntgen-

befund des Ulcus callosum (Nische) und Ulcus penetrans (**Haudeks** Kriterien) zeigt mit klassischer Deutlichkeit den augenblicklichen Zustand des Geschwürs, insofern als wir in diesen Fällen es mit ungewöhnlich chronischen, tiefgreifenden Veränderungen zu tun haben, die nur schwer zur Heilung kommen, Neigung zur karzinomatösen Degeneration zeigen und grobe Veränderung in ihrer Umgebung veranlassen.

Auf Grund dieser Anschauungen erscheinen bestimmte Beobachtungen, die wir in den letzten fünf Jahren machen konnten, von besonderer Bedeutung.

Das Material, dem die kallösen Geschwüre und Sanduhrmagen entstammen, ist das des allgemeinen Krankenhauses in Stettin, neben dem außer einer Reihe von Privatkliniken nur noch ein kleineres Hospital mit überwiegend chirurgischem Material besteht. Bei der dominierenden Stellung des allgemeinen Krankenhauses einer Stadt von 250000 Einwohnern, außerdem einem nicht unbeträchtlichen Vorortbezirk und Landkreis gegenüber kann man wohl sagen, daß sich in dem hier zur Beobachtung kommenden Material der genius morbi deutlich widerspiegelt. Genau wie im Sommer die Zahl der Typhuskranken auf der Infektionsabteilung zunimmt, wird die Zahl der Magenkranken wachsen, wenn besondere äußere Einflüsse eine allgemeine Zunahme der Magenleiden verursachen. Während aber die Typhuskranken des Versorgungsbezirks des Krankenhauses in einem fast feststehenden Prozentsatz zwangsmäßig der Infektionsabteilung zufließen werden, und sich ihre Zahl, sofern nicht besondere Epidemien oder starker Rückgang dieser in unserer wasserreichen Gegend heimischen Krankheit auftreten, immer auf gleicher Höhe halten wird, kann bei den Magenkranken, die uns die Kriegsernährung zuführte, nicht von einer fixen Prozentzahl die Rede sein. Es werden immer die schweren Fälle sein, die die Klinik aufsuchen und jene, bei denen äußere Verhältnisse eine häusliche oder ambulatorische Behandlung schwierig oder unmöglich machen. Hierher gehört in allererster Linie die arbeitende Bevölkerung. Da dieser Fehler aber durch Jahre gleichmäßig auftritt, bleibt er auf das Gesamtresultat ohne Einfluß. Die mangelhafte ärztliche Versorgung im weiteren Verlauf der Kriegsjahre und die lange Dauer des Kriegszustandes überhaupt mögen auch mit dazu beigetragen haben, daß allmählich doch gewisse Verschiebungen in Zahl und Art der Zugänge aufgetreten sind, die sich ohne weiteres nicht dokumentieren. Auch sie dürften das allgemeine Resultat nicht beeinflussen.

Die Magenkranken der inneren und äußeren Abteilung, sowie der ihnen seit Herbst 1914 angegliederten Lazarettabteilungen wurden bis auf wenige Ausnahmen, für die eine Untersuchung nicht mehr in Betracht kam (z. B. grobe Magenkarzinome), der Röntgenuntersuchung zugeführt, die seit Anfang 1914 nach bekannten Regeln ausgeführt und protokolliert wurden. Bis auf relativ wenige Fälle der chirurgischen Abteilung wurden die Kranken von der inneren Abteilung zugewiesen nach Abschluß der klinischen Untersuchung. (Die systematische Röntgenuntersuchung erfuhr leider mit Kriegsausbruch eine Unterbrechung, die bis Ende 1914 dauerte, fand ferner nicht statt während meiner allerdings nur 14 Tage jährlich betragenden Beurlaubung und fiel infolge Erkrankung im Dezember 1918 völlig aus.) Obwohl die Zahl der Zivilkranken, die das Hospital aufsuchten, mit Kriegsausbruch abnahm (die in folgender Tabelle mit aufgeführten Zahlen für die Soldaten dürfen nicht einfach bewertet werden. 1914 bis 1916 brachten uns in der großen Hauptsache Verwundete und Infektionskranke, während die innerlich Kranken äußerst zurücktraten, die erst mit 1916 langsam zunahmen und an Bedeutung gewannen), in den Kriegsjahren dauernd auf gleicher Höhe blieb — (1913/14 [1. IV. bis 31. III.] = 8238 Kranke; 1914/15: 7342 und 1480 Soldaten, zusammen 8802; 1915/16: 6341 + 1991 = 8332; 1916/17: 6545 + 1596 = 8121; 1917/18: 6034 + 1928 = 7962) — stieg die Zahl der Magenkranken nun ganz besonders im Jahre 1917 stark an. Während wir im Jahre 1914 (Januar—Juli) 160 Mägen röntgenologisch untersuchten, sank entsprechend dem Rückgang der Krankenzahl die Ziffer dieser Untersuchungen 1915 auf 100, stieg 1916 auf 170, 1917 auf 382, 1918 auf 380, während im Januar 1919 50 Mägen eingewiesen



wurden. Damit dokumentiert sich schon die starke Zunahme der Magenleiden, die besonders seit dem Winter 1916/17 einsetzt.

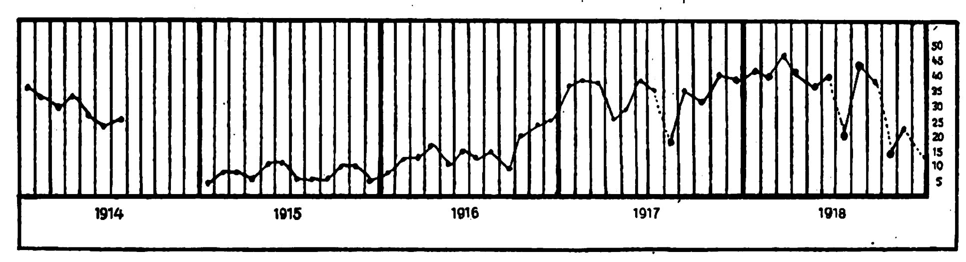


Fig. 7.

Übersichtlicher gestaltet das Ansteigen eine Kurve, deren punktierte Kurvenlinie im Juli 1917, Juli, Oktober und Dezember 1918 bedeutet, daß hier infolge Beurlaubung und Erkrankung die durchlaufenden Untersuchungen unterbrochen wurden.

Hiergegen kann man einwenden, daß die Überweisungen der Magenkranken zur Röntgenuntersuchung allein schon aus dem Grunde zunehmen mußten, da die groben, durch das Röntgenverfahren allein nachgewiesenen Veränderungen vermehrt auftraten und diese Methode empfahlen. Das mag bis zu einem gewissen Grade richtig sein. Es ist aber fast überflüssig, die allgemein bekannte Zunahme der Magenleiden im Laufe der Kriegsjahre noch besonders verteidigen oder beweisen zu müssen.

Während also im Laufe des Krieges die Zahl der Magenuntersuchungen entsprechend dem Rückgang der innerlich Kranken absank und erst entsprechend der Zunahme der Magenbeschwerden mit dem Herbst 1916 schnell zu steigen begann, zeigt das Auftreten der drei Kardinalsymptome des Ulcus ventriculi ein ganz anderes Verhalten. Man hätte erwarten müssen, daß ihr Erscheinen sich steigern würde, einmal, da die Zahl der Magenfälle überhaupt wuchs, dann, weil zweifellos die Kriegsernährung von ungünstigem Einfluß gerade auf die Ulcera ventriculi sein, sie also öfter zur Beobachtung bringen mußte. Für das Ulcus penetrans trifft das zu. Eine Durchsicht der alten Sammlungen vor 1914 zeigte uns, daß das Ulcus penetrans zu den großen Seltenheiten gehörte. Es liegt allerdings auf der Hand, daß es bei systematischen Magenuntersuchungen öfter beobachtet worden wäre. Aber nachdem wir diese begonnen hatten, fanden wir im ersten Halbjahr 1914 keinen Fall, 1915 nur drei, und erst im Herbst 1916 gehörten sie nicht mehr zu den seltenen Erscheinungen. Das Jahr 1917 brachte eine Hochflut von Ulcus penetrans, 1918 wieder weniger.

Von besonderer Bedeutung wäre es allerdings, das prozentuale Auftreten des Ulcus penetrans in unserem gesamten klinischen Magengeschwürsmaterial festzustellen. Doch dürfte diese Zusammenstellung niemals den Anspruch auf absolute Richtigkeit erheben können. Wir haben in der gesamten Klinik kein Symptom des Ulcus ventriculi, das uns mit absoluter Sicherheit zur Stellung dieser Diagnose berechtigte. Nur beim Zusammengehen aller Erscheinungen können wir mit einer nur an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit die Diagnose stellen. Wie oft aber erlebt gerade der Röntgenologe, daß klinisch wenig für ein Ulcus sprach und seine Untersuchung dann doch diese Diagnose in einwandfreier Weise bestätigen konnte. Leider trifft das nicht immer zu. Beim Ulcus simplex versagen auch allzuoft die Röntgenstrahlen. Das Symptom, das bei Ausschluß des Karzinoms absolut beweisend ist, die okkulte Blutung, ist lange nicht konstant genug (Schlecht), ist also nur zu verwerten, wenn es positiv ausfällt. Es soll auch auf diese Berechnung nicht der wesentliche Wert gelegt werden, sondern auf das Verhältnis der oben beschriebenen röntgenologischen Kardinalsymptome des Magengeschwürs zueinander.

In unserem durchlaufenden Röntgenmagenmaterial beobachteten wir das Ulcus penetrans in $0\,^0/_0$ im ersten Halbjahr 1914, 1915 in $2\,^0/_0$, 1916 in $2{,}3\,^0/_0$, 1917 in $7\,^0/_0$ und 1918 in



3,4 $^0/_0$ und in den Monaten Januar und Februar 1919 in zusammen fünf Fällen. Diese Aufstellung ergibt nur ein Jahresmittel, folgende Tabelle zeigt die Verteilung des Ulcus penetrans und der Narbensanduhrmägen auf die einzelnen Monate.

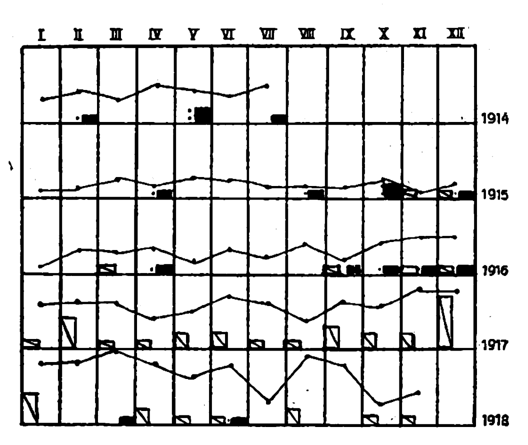


Fig. 8.

Danach ist es also nicht unberechtigt, von einer prozentualen Zunahme des Ulcus penetrans in der Zeit seit Herbst 1916 überhaupt, besonders aber im Jahre 1917 zu sprechen. Lassen sich nun irgendwelche Gründe anführen, die diese Erscheinung stützen können? Wir erinnern uns, daß der Winter 1916/17 und das folgende Frühjahr bis zum Sommer hin jene berüchtigte Wruckenzeit war, die nicht allein an den kranken, sondern auch an den durchaus gesunden Magen erhebliche Anforderungen stellte. Die Ernährung bestand hier in Stettin aus drei Pfund Kartoffeln wöchentlich, Kriegsbrot aus zu 96 $^0/_0$ ausgemahlenem Mehl mit Zusatz von Kartoffeln, später von Wrucken. Der Mangel an Kartoffeln wurde ausgeglichen durch Teigwaren, die aber bei weitem nicht ausreichten, und in der großen Hauptsache durch Wrucken. Fleisch und Fett waren ebenfalls knapp, frisches Gemüse fehlte. Erst mit Beginn der neuen Kartoffelernte im Juni — August 1917 wurde es besser; niemals wieder sind wir in einer so mißlichen Lage mit unserer Ernährung gewesen. Mit dieser Wruckenperiode zeitlich zusammen fällt die Steigerung unserer Magenuntersuchungen und das gehäufte Auftreten des Ulcus penetrans. Daß hier ein reiner Zufall vorliegt, erscheint uns ausgeschlossen. Zweifelhaft bleibt nur die Antwort auf die Frage, ob die grobe Ernährung, deren ungünstiger Einfluß auf den Magen nicht mehr besonders betont zu werden braucht, Ursache dafür war, daß die chronischen kallösen Magengeschwüre, die in der Bevölkerung vorhanden waren und sich mit einer, wenn auch mangelhaften Diät durchhalfen, diese Belastungsprobe nicht aushielten und das Krankenhaus aufsuchten, oder ob die grobe Ernährung das Ulcus simplex zur kallösen Umbildung und Penetration veranlaßte. Bei Betrachtung unserer Tabelle ist man geneigt, das letztere z. T. anzuerkennen. Sehen wir doch die Zunahme nicht plötzlich, sondern erst allmählich einsetzen und ihren Höhepunkt im Herbst — Winter 1917/18 erreichen. Dem kann man entgegenhalten, daß die Bildung eines grob kallösen bzw. penetrierenden Geschwürs in so kurzer Zeit nicht möglich sei. Wenn wir aber jene oben beschriebenen Fälle betrachten, in denen in Jahresfrist eine kallöse Höhle unter Leubediät und späterer vorsichtiger Ernährung verschwunden war, daß andererseits ein Ulcus penetrans sich in Jahresfrist ganz wesentlich vergrößerte, so wird man nicht unberechtigt annehmen dürfen, daß in einer Zeit vom Herbst — Winter 1916/17 bis in die zweite Hälfte 1917 hinein die Umwandlung eines Ulcus simplex in ein Ulcus callosum sive penetrans möglich ist, daß also wenigstens die Heilungstendenz wesentlich gestört war zugunsten eines kallösen Wachstums bzw. der Penetration.

Wenn diese Anschauung richtig ist, so mußte man weitere Beobachtungen anderer Art erwarten, die in der Tat vorhanden sind. Wenn wir anerkennen, daß der benigne Narbensanduhrmagen der Ausdruck eines geheilten oder in Heilung befindlichen Magengeschwürs ist — unsere allerdings nur wenigen Fälle berechtigen uns dazu — so war zu erwarten, daß die Sanduhrmagen sich in ihrem Auftreten umgekehrt verhielten wie das Ulcus penetrans. Bei Betrachtung unserer Tabelle stellten wir in der Tat fest, daß wir im ersten Halbjahr 1914 vier organische benigne Sanduhrmagen, gleich 2,3 %, aller Magenuntersuchungen fanden, im Jahre 1915 vier, gleich 4 %, 1916 fünf, gleich 3 %, 1917 keinen Sanduhrmagen, 1918 zwei, gleich 0,5 %, und im Januar 1919 einen Sanduhrmagen.

Wenn wir vorher der Ansicht waren, daß die grobe Ernährung uns die vorhandenen Ulcera callosa zuführte oder das Ulcus simplex zum kallösen Wachstum bzw. zur Penetration brachte, so kann man beim Narbensanduhrmagen annehmen, daß die schon vorhandenen Sanduhrmägen uns zunächst vermehrt zugehen mußten — denn auch sie werden bei der erhöhten Belastung des Magens mehr Beschwerden gemacht haben — später aber eben durch die Neigung der Geschwüre zur kallösen Umbildung sie fehlen würden. Andeutungsweise ist das erstere vielleicht der Fall. Im Jahre 1916 sahen wir 80 % unserer Sanduhrmägen im Herbst zur Beobachtung kommen, während sie 1917 ganz fehlten. Auch hier muß die Frage aufgeworfen werden, wie lange ein in Heilung übergehendes Ulcus simplex braucht, um einen Sanduhrmagen in seiner typischen Vollendung zu erzeugen. Untersuchungen darüber liegen nicht vor. Sie haben ihre großen Schwierigkeiten, da sie als systematische Arbeit ungeheuer zeitraubend sind und der Erfolg doch nur auf einem glücklichen Zufall beruhen wird. Das ist sicher, daß die Zeiten, innerhalb deren sich ein vollendeter Sanduhrmagen bilden kann, durchaus verschieden sein werden. Daß die Zeit immer lang sein muß, vielleicht jahrelang, dafür fehlt jeder Anhaltspunkt, ebenso wie jeder Gegenbeweis, daß sich eine Sanduhrstenose nicht in kurzer Zeit, in wenigen Monaten, bilden sollte.

Ganz abgesehen von den Zeiten, in denen wir die Bildung eines kallösen bzw. penetrierenden Ulcus aus dem einfachen Magengeschwür oder die Entstehung der Narbenstenose erwarten dürfen, zeigen die ausführlich dargetanenen statistischen Ergebnisse das umgekehrte Verhalten von Narbensanduhrmagen gleich Heilung oder Heilungstendenz zu kallösen bzw. penetrierenden Ulcus gleich Aktivität der Geschwüre, beides unmittelbar im Anschluß an die Periode gröbster Ernährung im Jahre 1916/17.

Der spastische Sanduhrmagen als Ausdruck eines Ulcus simplex, mag er vernarbt oder noch florid sein, ist selten. Nach unserem Material zu urteilen, scheint er noch spärlicher aufzutreten, als man nach anderen Literaturangaben annehmen darf. Wir sahen ihn 1914 einmal, 1917 zweimal, 1918 und 1919 je einmal. Diese Zahlen sind für unsere Zwecke nicht zu verwerten.

Über das Verhalten von penetrierendem und kallösem Geschwür zu organischem bzw. spastischem Sanduhrmagen berichtet Schlecht (Kiel): Er fand unter 211 klinisch sicheren Ulcera in den Jahren 1913—1917 in 7,5 % das Ulcus callosum bzw. penetrans, den organischen Sanduhrmagen in 0,6 %, den spastischen Sanduhrmagen in 8 %. Da nach den Angaben von Oberndorfer und anderen eine besondere provinzielle Affinität des Magens zum Geschwür nicht nachzuweisen ist, können wir diese Zahlen mit denen unseres Materials vergleichen. Nur besteht der Unterschied, daß die Zahlen Schlechts auf klinisch sichere Ulcera bezogen sind, unsere Werte auf das gesamte fortlaufende Magenmaterial der Röntgenabteilung. Wir sahen vor 1917 das Ulcus penetrans in ungefähr 2 %, Schlecht in 7,5 %. Mit einem etwas gewagten Schlusse könnte man glauben, daß demnach 25 % aller unserer Magenfälle Geschwüre trugen. Das mag wohl stimmen, wenn man bedenkt, daß Karzinome, Ulcera duodeni, Ptosen, funktionelle Störungen usw. bei durchlaufenden Untersuchungen den größeren Teil ausmachen müssen. Demnach werden wir immer natürlich im Hinblick auf die reichlich unsichere Konsequenz annehmen dürfen, daß rund 30 % unserer Ulcera im Jahre 1917 kallös bzw. penetrie-



rend waren, 1918 13 %. Ganz anders verhält es sich mit dem Sanduhrmagen, deren organische wir wesentlich häufiger sahen, besonders vor 1917, deren spastische bei uns zu den Seltenheiten gehören, während sie bei Schlecht die Zahl der Ulcera penetrantia noch übertrafen. Diese Tatsache macht die Umrechnung noch zweifelhafter, die nur dann mit einiger Sicherheit erlaubt wäre, wenn unsere drei Zahlenwerte sich entsprächen! Als Tatsache bleibt bestehen, daß wir zeitlich zusammenfallend mit der Ernährungsschwierigkeit des Jahres 1916/17 unter einem laufenden Magenmaterial für das Ulcus penetrans diejenige Prozentzahl erreichten, die Schlecht in normalen Zeiten für das Magengeschwür allein errechnete. In der uns zur Verfügung stehenden Literatur haben wir entsprechende statistische Angaben nicht finden können.

Es braucht nicht besonders betont zu werden, daß der Einfluß der Kriegsernährung überhaupt, besonders aber jene Wruckenzeit, von durchaus ungünstigem Einfluß auf Magenerkrankungen, besonders aber das Ulcus ventriculi sein mußte. Die Durchsicht unseres fortlaufenden Magenmaterials lehrt das durch Zunahme der Untersuchungen, die schneller stieg, als die Krankenzahl besonders im Winter 1916/17. Wenn wir anerkennen, daß das Ulcus penetrans bzw. callosum und der Narbensanduhrmagen typisch einwandfreie Symptome des Magengeschwürs sind — von einigen seltenen Ausnahmen abgesehen — und ihnen verschiedene Bedeutung anatomischer Natur — Floridität gegen Heilungstendenz bzw. Heilung — zugestehen, so zeigt ihr Auftreten im Anschluß an die empfindlichste Störung unserer Kriegsernährung die bemerkenswerte Tatsache, daß die Zahl der Ulcera callosa bzw. penetrantia zunahm, die der Sanduhrmagen sank bzw. verschwand. Wir glauben danach annehmen zu dürfen, daß der Einfluß der groben Kost die Heilungstendenz wesentlich störte und die kallöse Umwandlung und die Penetration begünstigte.

Wünschenswert wäre es, wenn, durch diese Arbeit angeregt, andere Institute ihr Magenmaterial in gleicher Weise prüften.

Nachtrag bei der Korrektur:

Die vorliegende Arbeit schließt mit dem Februar 1919 ab. In den folgenden 5 Monaten haben wir den Sanduhrmagen spastischer und organischer Genese niemals, das Ulcus penetrans 4 Mal beobachtet; das sind bei 133 Magenuntersuchungen 3 %.

Dieser Wert ist etwas kleiner als der des Jahres 1918 (3,4 %) und größer als der von 1916 (2,3 %). Auch die Zahl der Untersuchungen ist zurückgegangen, jetzt aber wegen Auflösung der Lazarettstationen und schwacher Belegung mit Zivilkranken.

Stettin, am 10. August 1919.

Eine Entwicklungsschaukel.

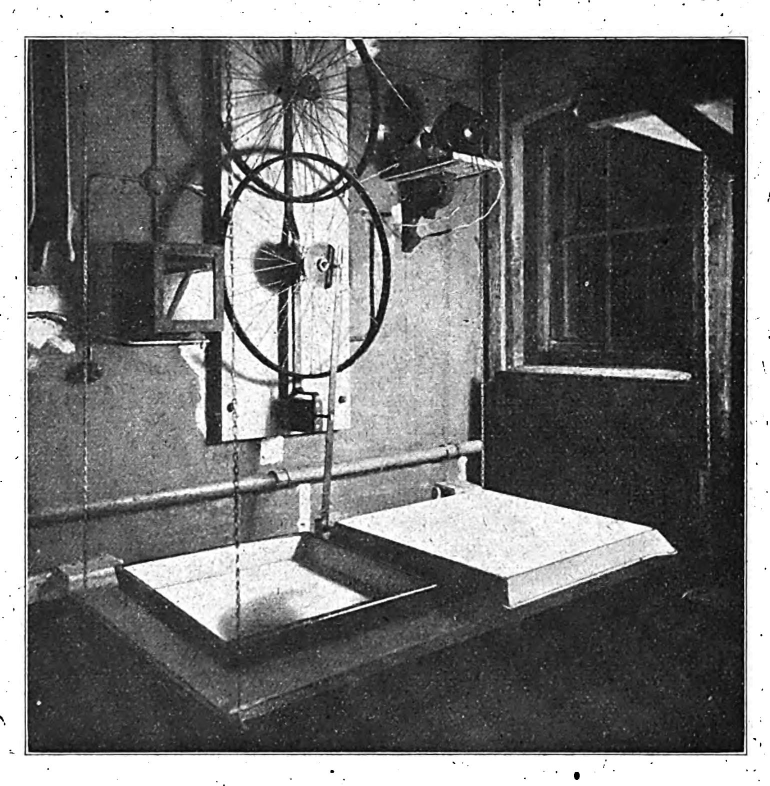
Von

Dr. **Behn** in Kiel.

Die Veröffentlichung von Weiser über zwei Arten geräuschloser Motor-Schaukeltische im Band 25, Heft 4 der „Fortschritte" hat mich interessiert, da auch wir, seitdem wir mit Schaukeltischen arbeiten, unter den Geräuschen derselben zu leiden haben, die sich naturgemäß ins Unerträgliche verstärken, wenn, wie bei uns, zwei solche Apparate nebeneinander arbeiten.

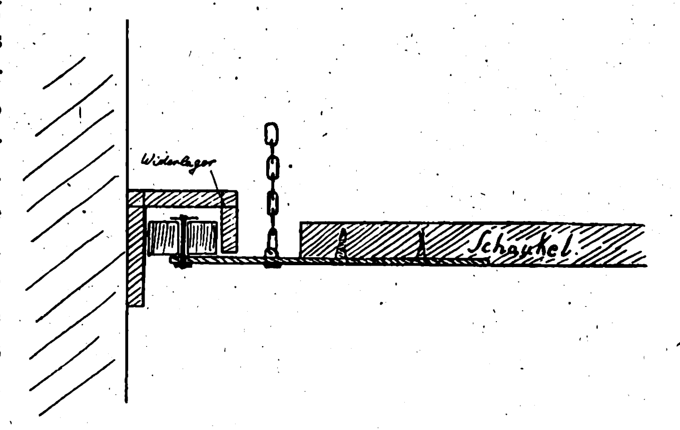
Ich habe mich nun bemüht, eine Einrichtung zusammenzustellen, die, ähnlich wie die Weisersche, weniger Geräusch verursacht als die bisherigen Wackeltische, dabei aber auch die schwache Seite der Weiserschen Konstruktion vermeidet. Bei der zweiten Konstruktion (Motortisch für größere Röntgenstationen) entsteht, wenn die seitliche Exkursion der Tischplatte bis zum äußersten Ende gelangt ist, ein toter Punkt in der Bewegung, der nur durch schwere Schwungräder zu überwinden ist. Vielleicht genügen auch die nicht immer.

Ich habe nun, um möglichst wenig Geräusche zu erregen, von einer Tischkonstruktion ganz abgesehen und verwende eine Schaukel von 60 × 150 cm Größe, die, an der Decke an Ketten aufgehängt, in solcher Höhe schwebt, daß man bequem in die daraufstehenden Entwicklerschalen hineinsehen und leicht die entwickelte Platte auf Dichtigkeit vor dem roten



Licht prüfen kann. Um seitliche Bewegung der Schaukel zu verhindern, trägt dieselbe an den beiden Enden der Wandseite Rollen, die durch kurze Widerlagerschienen nur zwangsläufige Bewegungen ausführen können.

Die Schaukel wird durch einen Motor $^1/_8$ PS in Bewegung gesetzt, dessen 1400 Umdrehungen in der Minute durch Übertragung auf zwei Fahrradräder in genügender Weise verlangsamt werden. Eine Verlangsamung durch Einbau eines Lampenwiderstandes erübrigt sich für uns dabei. Es ist mir gelungen, dies mittels eines Anlassers so genau einzustellen, daß die Welle der Entwicklungsflüssigkeit genau in derselben Zeit über die Längsachse der Schale hinweggeht, in der die Schaukel bis zum seitlichen Endpunkt gelangt ist. Die Übertragung vom letzten Rad auf die Schaukel geschieht durch Exzenter mit Hebel, der in der Mitte der Schaukel angreift. Durch Anbringung der Übertragung auf diese Stelle der Schaukel wird ein leichteres Arbeiten gewährleistet.



Wir benutzen jetzt geraume Zeit nur diese Schaukel und lassen den Lärmmacher Wackeltisch als Reserve stehen. Der zweite Wackeltisch ist als nicht mehr nötig entfernt. Auf der Schaukel ist Platz für zwei große Schalen für Platten bis 40 × 50 Größe, was für unsere Zwecke ausreicht. Wir sind mit den ganz geringen Geräuschen, die die Einrichtung ver-

ursacht, sehr zufrieden. Es wird bei derselben außerdem das Überspritzen der Entwicklerflüssigkeit vermieden, die bei uns hauptsächlich an den Ausgußstellen der Schalen auftrat und durch zu große Hubhöhe des Wackeltisches bedingt war. Eine Folge dieses Überspritzens war häufig Kurzschluß in der Anschlußleitung, weshalb ich zuletzt, da selbst guter Friedenskabel (mit Isolierung für feuchte Räume) nicht vor solchen Zufällen schützte, zu zwei Bleikabeln als Zuleitung meine Zuflucht nahm.

Einen Nachteil hat unsere Schaukel: man braucht mehr Glyzinlösung als bei dem früheren ausgiebigeren Wackeln. Auch möchte ich darauf aufmerksam machen, daß, wenn auch in dem Entwicklungsraum selber die Geräusche sehr gering sind, solche durch die Wand und besonders die Warmwasserheizröhren nach oben fortgeleitet werden.

Die Vorzüge der Einrichtung überwiegen aber doch so, daß ich dieselbe dringend empfehlen kann.

Einige kleine praktische Neueinrichtungen in unserem Institut möchte ich noch kurz erwähnen. Wir haben drei Räume zur Verfügung für das Einlegen und Entwickeln von Platten. Im ersten werden nur die Platten und Folien eingelegt. Er soll vollkommen trocken gehalten werden, um die berüchtigten Entwicklerspritzer auf den Folien sicher ausschließen zu können. Im zweiten Raum wird entwickelt, auf den Borten finden sich nur Entwicklerlösungen, keine sonstigen Chemikalien. Eine Wasserschale und Handtuch an der Tür bietet Gelegenheit zur Reinigung der Entwicklerfinger. Im dritten Raum finden sich die übrigen Chemikalien, die Reserveentwicklerschalen, das große Spülbecken, zwei große Natronschalen und denen gegenüber fünf Wässerungsschalen, drei Größe 40×50, zwei 50×65 nebeneinander, jede mit eigenem Zu- und Abfluß. Um eine passende Temperatur der Natronbäder und der Spülflüssigkeit zu erreichen, sind die Schalen dafür auf dem Warmwasserheizrohr aufgestellt. Die Treppe, die von diesen Räumen ins Erdgeschoß führt, ist als Lichtfilter eingerichtet.

Beitrag zur Technik bei der Röntgenbehandlung von Pruritus ani.

Von

Dr. **Tage Sjögren** in Stockholm.

Unter den mannigfaltigen Apparaten und Vorrichtungen, die in einem erstklassigen Röntgeninstitut erforderlich sind, gibt es nur ganz wenige feststehend Standardtypen. Die zahlreichen Röntgenfabrikanten sind unablässig beschäftigt, Neues und wieder Neues zu schaffen, und die Röntgenologen selbst geben viele und schätzbare Anregungen zu neuen Apparaten und zur Verbesserung der alten. Eine Mannigfaltigkeit derartiger Vorrichtungen ist teils für die Photographie aller einzelnen Körperteile, teils bei der Behandlung einzelner Organe, oberflächlicher und tiefliegender, erforderlich.

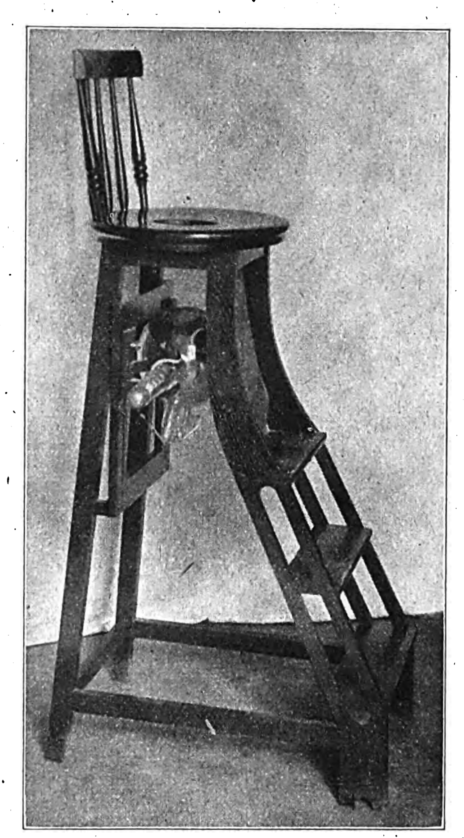
Die Bestrahlung der Hautkrankheiten bietet vom technischen Standpunkt aus in der Regel keine Schwierigkeiten; eine Ausnahme hiervon bildet jedoch die Behandlung von häufig vorkommenden und für den Patienten besonders lästigen Pruritus ani, weil die betreffende Partie nur mit Schwierigkeit für die eigentliche Bestrahlung zugänglich ist.

Die gewöhnlichste Plazierung des Patienten bei der Behandlung dieses Übels ist Seitenlage, mit manuell auseinandergehaltenen Glutealpartien, eine besonders unbefriedigende Lage, wie jeder Röntgenolog aus Erfahrung weiß. Die haltende Hand ermüdet leicht, und die Partie, welche bestrahlt werden soll, wird der Einwirkung der Strahlen ungleichmäßig ausgesetzt. Die vornübergebeugte Lage in stehender Stellung ist wenig besser; die manuelle Trennung der Glutealpartien kann in der Regel während einer so langen Zeit, wie erforderlich ist, nicht hinreichend kräftig zuwegegebracht werden.

Die sitzende Stellung ist bei der Behandlung dieser Partie selbstredend die beste. Seit

mehreren Jahren habe ich mich für diesen Zweck eines Stuhles mit einem passenden Ausschnitt im Sitz für die Bestrahlung der Analgegend bedient.

Bei der Anwendung des Stuhles steigt der Patient, gehörig entblößt, auf denselben, erfaßt mit seinen beiden Händen die Hinterbacken, welche kräftig auseinandergezogen werden, bevor er (oder sie) sich hinsetzt. Auf diese Weise wird die Partie, welche bestrahlt werden soll, heruntergedrückt und liegt vollständig in einer einzigen Ebene. Die Kontrolle über die richtige Plazierung wird in der Weise ausgeführt, daß der Arzt, hinter dem Stuhl stehend, das Bild in einem Handspiegel sieht, der, mit der einen Hand unter dem Stuhlsitz und zwar im Winkel zu diesem, gehalten wird; wenn erforderlich, kann man mit einer transportablen Lichtquelle, am besten einer elektrischen Taschenlampe, den Spiegel beleuchten und erhält so ein scharf beleuchtetes Bild von der betreffenden Partie. Um die ebenerwähnte Kontrolle des Röntgenologen zu erleichtern, ist der Stuhl ziemlich hoch, 1 m, und mit einer kurzen Rücklehne und einigen Stufenabsätzen zum bequemen Besteigen versehen. Der im Sitz vorgesehene Ausschnitt ist von ovaler Form, und hat eine Länge von 14 und eine Breite von 9 cm. Diese Öffnung ist vollkommen ausreichend, damit außer der eigentlichen Analgegend auch das Perineum und der untere Teil der Rima ani von den Strahlen getroffen werden sollen. Der Stuhlsitz ist von hartem polierten Holz und ist unterwärts mit 2 mm dickem Blei verkleidet zum Schutze des Skrotums; an der Vorderseite ist ein Bleischutz für die Unterschenkel angebracht.



Der Röhrenhalter sitzt an einem vertikalen Holzrahmen, der an den hinteren Beinen des Stuhles befestigt ist und eine Verschiebung der Röhre nach aufwärts und abwärts gestattet. Gewöhnliche Wasserröhren können in diesem Falle natürlich nicht angewendet werden. Die Sekundärleitungen müssen durch geeignete Aufbindung nach den Seiten in gebührendem Abstand gehalten werden, so daß Überschläge nach dem Patienten nicht in Frage kommen können. Einen Metallfilter habe ich in der Regel bei dieser Behandlung nicht angewendet, aber ein solcher ist selbstredend leicht anzubringen durch Einschieben einer Aluminiumplatte in ein paar Führungsleisten an der Unterseite des Stuhlsitzes.

Nachdem die Plazierung bewerkstelligt ist, sitzt der Patient ruhig in seinem Stuhl, während der Strom angelassen ist und kann sogar, wenn er es wünscht, während der Behandlung seine Zeitung lesen. Die ganze Einrichtung ist, wie man sieht, so einfach, daß man meinen sollte, sie hätte längst in allen Röntgenlaboratorien zur Anwendung kommen müssen. Da ich indessen noch niemals dieses Prinzip angewendet gesehen habe, weder hier im Lande noch in einem der zahlreichen, sonst gut ausgerüsteten Röntgeninstitute im Auslande, die ich besucht habe, habe ich dies für einen hinreichenden Grund gehalten zum Nutzen für Kollegen und Patienten eine kurze Beschreibung von dem Apparat zu geben, der meines Erachtens die Behandlung von Pruritus ani wesentlich vereinfacht.

Der betreffende Stuhl ist in der Tischlerabteilung der Telephon-Aktiengesellschaft L. M. Ericsson, Stockholm, ausgeführt, und kann sicherlich ohne Schwierigkeit von jedem beliebigen geschickten Möbeltischler angefertigt werden.

Aus der inneren Abteilung des Allgem. Krankenhauses Lübeck (Prof. Dr. Deycke).

Eine einfache Kontrolle der Kienböckstreifenentwicklung.

Von

Paul Matzdorff-Lübeck.

Bei Versuchen, die zu anderen Zwecken angestellt worden waren, fiel es auf, daß Kienböckstreifen, die derselben Radiummenge unter gleichen Bedingungen die gleiche Zeit lang ausgesetzt worden waren, nicht immer die gleiche Färbung zeigten, wenn sie an verschiedenen Tagen entwickelt worden waren. Da die Strahlen, welche eine bestimmte Radiummenge aussendet, sich praktisch nicht ändern, wir also im Radium sozusagen eine kleine konstant laufende Röntgenröhre haben, so muß die ungleiche Färbung auf fehlerhafter Beschaffenheit oder Behandlung des Dosimeters beruhen.

Auf Unregelmäßigkeiten der Kienböckstreifen weist unter anderen Autoren auch Kienböck selbst hin (M. m. W. 1912, Nr. 45). Er führt sie zurück auf Veränderungen der Streifen infolge ungeeigneter Aufbewahrung, auf Verunreinigungen des Entwicklers, sowie fehlerhaft arbeitendes Personal. Durch seine l. c. beschriebene Glühlichtkontrolle sucht er diesem Fehler zu begegnen. Die Kontrolle einer gleichmäßig hellen Glühbirne hält aber besonders unter den augenblicklichen Schwankungen im Stromkreise schwer. Kienböck berücksichtigt dabei auch nur die Schwankungen, die durch unregelmäßiges Arbeiten der Streifen verschiedener Lieferungsserien hervorgerufen werden, da er nur von jedem Kästchen einen Kontrollstreifen herstellt, während ihm Fehler unter den einzelnen Entwicklungsserien entgehen, d. h. Unregelmäßigkeiten an den Streifen, die an verschiedenen Tagen entwickelt werden (Alter, Verunreinigungen des Entwicklers, zu hohe oder zu niedrige Temperatur des Entwicklers)[1]).

Auf Grund der oben erwähnten Beobachtung wurde bei uns folgende Art der Kontrolle der Kienböckstreifen eingeführt:

Man entwickelt gleichzeitig mit den Streifen einer Entwicklungsserie einen Radiumkontrollstreifen; das ist ein Kienböckstreifen aus derselben Lieferungsserie, wie die anderen zu entwickelnden Streifen, welcher mit einer bestimmten Menge Radiumstrahlen behandelt worden ist, so daß seine Schwärzung 10 x der Kienböckskala entsprechen muß, falls keine Fehler untergelaufen sind. Die Kienböckstreifen geben in der großen Mehrzahl der Fälle normale, d. h. übereinstimmende Resultate. Wenn man nun die Radiumdosis gefunden hat, welche immer wieder an verschiedenen Tagen mit jedesmal neuem Entwickler die Schwärzung von 10 x auf den Kienböckstreifen erzeugt, dann hat man die geeignete Dosis für den Radiumkontrollstreifen.

Als geeignete Dosis wurde bei uns gefunden ein Radiumpräparat von ca. 40 mg $Ra\,Br_2 + 2\,H_2O$, das 45 Minuten einen Streifen bestrahlte, also 1800 mg-Minuten. Bei Benutzung von Präparaten mit 50,78 mg, 51,35 mg und 45,55 mg $Ra\,Br_2 + 2\,H_2O$ wurden bei der gleichen Anzahl von mg-Minuten dieselben Resultate gewonnen. Das Radiumpräparat wurde in seinem Silbernormalröhrchen, wie es die Radiogen-Gesellschaft liefert, ohne Anwendung weiterer Filter in den Kienböckstreifen eingewickelt und durch Bindfaden fixiert. Auf diese Weise erhält

[1]) Wie groß die durch das Alter des Entwicklers hervorgerufenen Fehler sein können, erhellt aus folgender Beobachtung: die ersten Kontrollstreifen, die mit einer zwei Monate alten Flüssigkeit entwickelt worden waren, mußten mit 2600 mg-Minuten Radiumbromid behandelt werden, um 10 x anzuzeigen; bei Gebrauch eines neuen Entwicklers waren dazu nur 1800 mg-Minuten nötig. Auf dieser Höhe hielt sich der Entwickler aber nur etwa 6 Wochen lang.

man fast gleichmäßige Schwärzung der Stelle des Streifens, der der Radiumwirkung ausgesetzt worden ist. Zum Vergleich des Kontrollstreifens mit der Skala wurde die Stelle der tiefsten Färbung des Streifens benutzt. Vielleicht ergeben weitere Versuche mit Filteranwendung oder mit Abständen des Präparates vom Streifen noch bequemere Verhältnisse[1]).

Wenn der Kontrollstreifen eine geringere oder tiefere Schwärzung angibt als 10 x der Kienböckskala, so liegt irgendeine von den oben genannten Fehlerquellen vor. Man kann die Dosis der anderen Streifen dann innerhalb gewisser Grenzen abschätzen, indem man sich beim Vergleich an den Kontrollstreifen hält.

(Aus dem Inneren Fachlazarett Heidelberg. Leitender Arzt: Stabsarzt Prof. Dr. Fraenkel.)

Zur Diagnose der exsudativen tuberkulösen Pleuritis durch die Röntgenplatte.

Von

Kr.-Ass.-Arzt **Dr. Grünbaum.**

(Hierzu Tafel XXII.)

Im Krankheitsverlauf offener Lungentuberkulose bietet es keine erheblichen Schwierigkeiten, eine Pleuritis als tuberkulös zu erkennen. Es kommen wohl auch beim Phthisiker im Zusammenhang mit interkursierenden lobären oder lobulären Pneumonien nicht tuberkulöse Erkrankungen des Brustfelles vor; diese sind durch den akuten Beginn und den klinischen Verlauf meist gut gekennzeichnet. Die schleichend beginnende trockene oder seröse Pleuritis eines schon früher durch Sputumuntersuchung als sicher tuberkulös Erkannten ist fast immer gleichfalls tuberkulöser Natur. Man braucht zu dieser Annahme noch nicht einmal die charakteristischen physikalischen Symptome abzuwarten. Die subjektiven Beschwerden, der charakteristische Schmerz bei der Einatmung gehen dem Nachweis von Reiben oder Exsudat oft einige Tage voraus, bleiben sogar zuweilen das einzige Zeichen sogenannter „pleuritischer Reizung".

Gelingt der Nachweis von Bazillen im Auswurf nicht und fehlen andere sichere Zeichen der Tuberkulose, so ist die tuberkulöse Natur einer pleuritischen Erkrankung schwieriger festzustellen. Ihre rechtzeitige Erkennung ist aber besonders wichtig. Schon Laenneck (1) lehrte, daß die exsudative Pleuritis ein Frühsymptom der Tuberkulose sein kann. Die physikalische Untersuchung ergibt im allgemeinen keinen Anhalt für eine Unterscheidung der Pleuritiden verschiedener Ätiologie; sie kann zur Erkennung der Tuberkulose nur führen, wenn gleichzeitig Lungenspitzenerkrankung der gleichen und besonders der entgegengesetzten Seite nachweisbar ist. Andere klinische Untersuchungsmethoden haben auch nur bedingten Wert. Die Tuberkulinreaktion steht und fällt mit der Bedeutung, die man ihr in der Diagnostik der Tuberkulose der Lungen einräumt. Auch die Probepunktion führt nicht immer zum Ziel. Hämorrhagischer Charakter des Exsudates ist nicht ausschließlich der Tuberkulose eigen. Der Nachweis von Tuberkelbazillen in demselben gelingt selten und erfordert oft ein vielstündiges Durchsuchen der Präparate. Das Freisein der Exsudate von Bakterien ist eine Eigenart tuberkulöser Ergüsse. (Weichselbaum, Prinz Ludwig Ferdinand von Bayern.)

In letzter Zeit hat Königer (2) in einer Reihe von Arbeiten die klinischen Erscheinungen, die zu einer Differenzierung tuberkulöser und nichttuberkulöser Pleuritiden geeignet erscheinen, zusammengefaßt. Dabei hat er erneut auf die Wichtigkeit des zythologischen Exsudatbefundes aufmerksam gemacht. Die verschiedene Bewertung der Polynukleose und Lymphozytose ist bekannt: Die letztere spricht für eine tuberkulöse Ätiologie, die erstere da-

[1]) Anm. b. d. Korrektur: Wir benutzen jetzt mit 1 mm Messing gefiltertes Radium und brauchen dabei ca. 375 mg-Std. $RaBr_2 + 2H_2O = 200$ mg-Std. Ra.



gegen. Weiterhin hebt Königer hervor, daß polymorphkernige Leukozyten auch bei tuberkulösen Exsudaten in den allerersten Tagen auftreten können, daß dagegen auch bei nichttuberkulösen Pleuritiden im Laufe der Zeit eine Umwandlung des polymorphkernigen in ein lymphozytäres Exsudat erfolgen kann; die zythologische Untersuchung ist demgemäß nur bedingt verwertbar und versagt besonders im späteren Krankheitsverlauf. So fanden wir bei den zahlreichen Kranken, die nach Überstehen von nichttuberkulösen Pleuropneumonien aus Feld- oder Kriegslazaretten kamen, fast durchweg Exsudate von lymphozytärem Charakter. Durch diese Erscheinung ist auch der mehrfache Hinweis in der Literatur, z. B. von Lafforgue, zu erklären, daß die Resultate der Zelluntersuchung nicht eindeutig seien.

Viel sicherere Resultate kann der Tierversuch ergeben: Der positive Ausfall des Meerschweinchenversuches ist beweisend; aber das Anwendungsgebiet dieses wertvollen Hilfsmittels ist schon beschränkt durch die lange Zeitdauer — etwa drei Wochen — die der Tierversuch erfordert.

Das einfachste und sicherste diagnostische Hilfsmittel zur Erkennung der tuberkulösen Natur einer pleuritischen Erkrankung ist in einer großen Zahl von Fällen zweifelsohne das Röntgenverfahren. Es ist das Verdienst Rieders (3), auf die Wichtigkeit der Röntgendiagnostik für die Anfangstuberkulose der Lunge hingewiesen zu haben. Und wenn er lehrte, daß in einer Reihe von Fällen der tuberkulöse Prozeß erst durch das Röntgenbild aufgedeckt wird, so gilt in demselben Umfange, daß auch die tuberkulöse Natur einer exsudativen Pleuritis erst durch eine Thoraxaufnahme festgestellt werden kann. An vielen Stellen wird das Röntgenverfahren dieser Erkenntnis gemäß verwandt, sie ist aber noch längst nicht Allgemeingut der Ärzte geworden. Die Forderung, die A. Fraenkel (4) vor einigen Jahren für die obligatorische Anwendung der Röntgenaufnahme bei der Lungentuberkulose-Diagnostik erhoben hat, haben wir in vollem Umfange auf die Diagnosestellung bei den Pleuritiden angewandt. In den Beobachtungsabteilungen und Inneren Fachlazaretten wurden in jedem Fall von Tuberkulose und Tuberkuloseverdacht, und demgemäß auch bei allen auf Tuberkulose verdächtigen Pleuritiden Röntgenaufnahmen gemacht. Wie aus den folgenden Krankengeschichten hervorgeht, gelang es uns so, in einer großen Anzahl vorher unklarer Fälle zu eindeutigen Resultaten zu kommen, auf die wir ohne diese Methode hätten verzichten müssen.

I. Krankenträger E. B., 36jähriger Landwirt. (Bild I.)

1901 aktiv gedient, 1902 linksseitige Rippenfellentzündung, deswegen frühzeitig als dienstunbrauchbar entlassen. Sonst immer gesund gewesen.

5 Monate Garnisonausbildung, 27 Monate Feld, Schützengraben, im Januar 1918 plötzlich mit Schüttelfrost erkrankt. In den 3 ersten Krankheitswochen Fieber zwischen 37,5 und 39,2, später stets normale Temperatur.

Die physikalische Untersuchung am 20. III. 18 ergab:

Der Brustkorb ist flach, die rechte Seite bleibt bei der Atmung erheblich zurück, Lungen: Grenzen l. h. u. am XI. B. W. gut verschieblich, r. v. an der VII. Rippe kaum verschieblich, rechts h. u. nicht festzustellen. Der Klopfschall klingt über der ganzen rechten Seite kürzer als über der linken. Die Schallverkürzung ist in Handbreite über dem rechten Unterlappen fast absolut; hier sind Atemgeräusch und Stimmfremitus aufgehoben. Über dem r. mittleren und oberen Lungenfeld abgeschwächt bläschenförmiges Atmen, über der ganzen linken Seite normaler physikalischer Befund.

Während der Dauer der Lazarettbehandlung fanden sich über den Lungenspitzen niemals Nebengeräusche. Auswurf bestand nicht. Bei mehrmaliger Punktion wurden im klar-serösen Exsudat Lymphozyten gefunden, keine Tuberkelbazillen.

Röntgenbefund (Oberarzt Dr. Braunschweig):

Derbe, vorwiegend streifige Verschattung beider Oberlappenspitzenbereiche. Verschleierung des ganzen rechten Lungenfeldes Dichte homogene Verschattung im unteren Teil des rechten Lungenfeldes.

Zusammenfassung: Doppelseitige Oberlappenspitzenzirrhose.

Pleuritis exsudative dextra.

II. Flieger H. L., 18jähriger Bäcker. (Bild II.)

Bis auf Kinderkrankheiten immer gesund gewesen. 4 Monate Garnisonausbildung, im Dezember 1917 mit Schmerzen auf der Brust und im Rücken erkrankt.

Befund 5. I. 18:

Mittlerer Ernährungszustand. Die rechte untere Brusthälfte bleibt bei tiefer Einatmung in geringem Grade zurück. Lungen: über den Spitzen keine Schallverkürzung. Der Klopfschall ist über der linken Seite voll und hell; rechts vom 5. B. W. nach abwärts relative, vom 7. B. W. absolute Dämpfung mit aufgehobenem Atmen und Stimmfremitus. Nach einem Monate mittleren Fiebers stets afebril. Bei mehrfacher Punktion wird eine bernsteinfarbene Flüssigkeit entleert, in deren Sediment sich fast ausschließlich Lymphozythen finden. Tuberkelbazillen konnten darin nicht nachgewiesen werden.

Röntgenbefund (Oberarzt Dr. Braunschweig):

Verschattung des rechten unteren Lungenfeldes medial bis zum Sternalansatz der III. Rippe, lateral bis zur Mitte der Schulterblattgräte. Die darüberliegende Lunge ist verschleiert, besonders intensiv die Spitze, deren totale Verschleierung auf der Spitzenplatte noch deutlicher hervortritt.

In diesen beiden Krankengeschichten ergeben weder die Familien-, noch die eigenen Anamnesen irgendeinen Anhalt für eine tuberkulöse Erkrankung. Auch das Ergebnis der physikalischen Untersuchung ließ nicht den Schluß auf Tuberkulose zu. Demgemäß war früher lediglich die Diagnose „feuchte Rippenfellentzündung ohne Klarstellung der Ätiologie“ angegeben worden.

Erst das Röntgenbild deckte in beiden Fällen neben der frischen Pleuritis ältere tuberkulöse Veränderungen der Lungen auf und wies damit den Weg zur Therapie und zur Klärung der Dienstbeschädigungsfrage.

Diese beiden Fälle stellen nicht Ausnahmen, sondern Typen für die große Zahl derjenigen dar, bei denen jede andere klinische Methode zur Klärung der Ätiologie versagt, und wo nur durch die Röntgenphotographie Klarheit über die Ursache der Erkrankung geschaffen wird. Meist mit derselben Sicherheit wie das positive ist das negative Röntgenbild zu verwerten. Es gibt selbstverständlich tuberkulöse Prozesse, besonders solche, die erst kurze Zeit bestehen, welche sich auf der Platte nicht ausdrücken. Ergibt aber bereits die physikalische Untersuchung, daß Anhaltspunkte für eine tuberkulöse Ätiologie fehlen, deuten auch der negative Ausfall der übrigen Untersuchungsmethoden und der Krankheitsverlauf darauf hin, so kann die Röntgenplatte als weitere Sicherung für die nichttuberkulöse Natur des Prozesses angesehen werden. Dies geht aus der folgenden Krankengeschichte hervor:

III. Infanterist M. B, 22jähriger Bauer. (Bild III.)

1912 Lungenentzündung, 10 Monate Feld, Schützengraben, 11 Monate Garnison.

3 Monate Lazarett wegen Bronchialkatarrh. Februar 1918 mit Schmerzen in der linken Brustseite erkrankt, kein plötzlicher Krankheitsbeginn. Die physikalische Untersuchung ergibt den Befund einer linksseitigen exsudativen Pleuritis ohne Anhalt für eine tuberkulöse Erkrankung. Die Temperatur ist lange subfebril. Im klar-serösen Exsudat sind Lymphozyten, keine Tuberkelbazillen nachweisbar.

Röntgenbefund (Oberarzt Dr. Braunschweig):

Dichte Verschattung des linken Lungenfeldes, lateral bis zur Klavikel hinaufreichend, medial bis zum VIII. B. W. Darüberliegende Lunge stark verschleiert, Herz nach rechts verdrängt.

Zus.: Linksseitige exsudative Pleuritis.

In diesem Falle dient also das Röntgenbild dazu, die klinische Annahme, daß es sich um eine nichttuberkulöse Pleuritis handelt, weiterhin zu stärken. Demnach wurde von einer vorgeschlagenen Heilstättenkur abgesehen und mit Atemübungen begonnen, um einer allzu starken Retraktion des Brustkorbes durch Schwartenbildung vorzubeugen.

Von besonderem Interesse ist in diesem Falle die langdauernde Subfebrilität, die sich über fast zwei Monate erstreckte; durch sie war der Kranke in den Verdacht der Tuberkulose gekommen. Die leichten Temperaturerhöhungen verschwanden in dem Augenblick, in dem mit aktiver Therapie begonnen wurde. Es sei ausdrücklich hervorgehoben, daß Subfebrilität allein kein Grund ist, Pleuritiker ruhig zu halten und aktive Therapie zu meiden. Im Gegenteil wird sie in Fällen, wie er eben beschrieben wurde, günstig durch Thoraxübungen beeinflußt.

IV. Rentenempfänger F. H., 26 Jahre. (Bild IV.)

Stets gesund, nach $1^1/_2$ Monaten Ausbildung gesund ins Feld; 2 Monate; zweimal verwundet, im Februar 1915, 4 Wochen nach der dritten Versendung ins Feld, mit Atembeschwerden und hohem Fieber erkrankt: Wegen Verdacht auf „Lungenleiden“ zum Ersatztruppenteil zurück (kein Lazarett). Nach



siebenmonatigem Garnisondienst als Schreiber an linksseitiger exsudativer Rippenfellentzündung erkrankt; 5 Monate Lazarettbehandlung; danach nochmals 6 Monate Schreibstubendienst in der Garnison. Dauernd krn. mit 30% Rente entlassen. Im Dienstunbrauchbarkeitszeugnis wurde nur von der überstandenen Rippenfellentzündung gesprochen. Eine Röntgenaufnehme ist nicht gemacht, nur einmal eine Durchleuchtung der Lungen, die lediglich eine „diffuse Trübung der ganzen linken Seite" erkennen ließ. Beim Rentennachprüfungsverfahren ergab die Untersuchung:

Abgemagertes, anämisches Aussehen, beschleunigte Atmung. Temperatur 37,6. Lungen: Über der ganzen linken Seite ausgedehnte Dämpfung mit Rasseln.

Röntgenbefund (Oberarzt Dr. Braunschweig):

Beide Lungen sind übersät mit stecknadelkopf- bis mohnkorngroßen, dichtstehenden Schattenflecken. Verschattung und Abflachung der linken Thoraxhälfte, besonders der Spitze. Verziehung des Herzens und der Mediastinalorgane nach links. Linkes Zwerchfell durch Schwarte seitlich fixiert.

Zus.: Miliartuberkulose.
Linksseitige Pleuraschwarte
Alter linksseitiger Spitzenprozeß.

Trotzdem also bei dem Manne der Verdacht auf Lungenleiden ausgesprochen war, trotzdem er eine Rippenfellentzündung ungeklärter Atiologie durchmachte, begnügte man sich mit dem Ergebnis der physikalischen Untersuchung, die keinen Anhalt für Tuberkulose bot.

Wäre bei der Entlassung des Rentenempfängers aus dem Heeresdienst eine Platte gemacht worden, so hätte man die tuberkulöse Natur der Rippenfellentzündung erkannt. Man hätte dem Mann, wie es ihm zukam, ein Heilstättenverfahren zugebilligt und dadurch möglicherweise das Fortschreiten des Prozesses verhindert. Durch Hebung des Allgemeinzustandes wäre vielleicht dem Rückfall vorgebeugt worden. Auch hätte man die zu niedere Berentung vermieden.

Zum Schlusse sei noch ein Fall angeführt, bei dem im Verlaufe der Erkrankung weder Röntgenplatte noch die übrigen klinischen Untersuchungen die ätiologische Sicherung erbringen konnten. Erst die nach zwei Jahren wiederholte Brustkorbaufnahme brachte die Klärung.

V. P. M., 34jähriger Maurer. (Bild V und VI.)

Mutter, ein Bruder, ein Onkel väterlicherseits Lungenleiden. — 6 Wochen Garnisonausbildung. Zweimal Beob.-Abtlg. Heidelberg: Lungen gesund und kv. entlassen.

März 1916 zum zweiten Male an Rippenfellentzündung erkrankt. Damalige Diagnose:

Seröse Pleuritis (wahrscheinlich tuberkulöser Natur). Für Tuberkulose sprechen die langandauernde Subfebrilität und verdichtete Hilusschatten. Gegen Tuberkulose sprechen der plötzliche Beginn mit hohem Fieber, das Fehlen von Tuberkelbazillen und der gute Allgemeinbefund.

Röntgenbefund (Juli 1916): Homogene Verschattung des linken Unterlappenbereiches, die sich allmählich nach oben hin aufhellt. Der Herzschatten erscheint nach links verzogen, die Lunge im übrigen einwandfrei. Nach dreimonatiger Heilstättenkur wurde der Mann als Rippenfellentzündung tuberkulöser Natur krn. entlassen.

Im Rentennachprüfungsverfahren September 1918 ergab der Vergleich einer neuen Röntgenplatte mit der früheren:

Früher vorhandene Trübung im linken unteren Lungenfeld verschwunden. Einwandfreie, regelrechte Platte ohne Anhaltspunkt für vorhandene oder überstandene Tuberkulose.

Damit scheint erwiesen, daß die auf der ersten Platte sichtbaren Lungenveränderungen nichttuberkulöser Natur waren. Sie waren die Reste einer nichtspezifischen Pleuritis, sonst wäre der vollkommene Rückgang der im ersten Röntgenbild festgestellten Streifung und Fleckung kaum möglich. Der Mann wäre aber ohne die nochmalige Röntgenaufnahme nie mehr aus dem Verdacht der Tuberkulose herausgekommen.

Wir wiesen im vorhergehenden auf die Bedeutung der Röntgenplatte für die Tuberkulose hin. Daß auch die Durchleuchtung allein und in Verbindung mit der Aufnahme wertvolle, nicht zu entbehrende Resultate ergibt, braucht kaum gesagt zu werden. Während die Durchleuchtung für den Nachweis pleuritischer Reste, namentlich in den basalen Teilen der Lunge und ihrem Verhältnis zum Zwerchfell der Photographie überlegen ist, dürfte ein Zweifel nicht darüber bestehen, daß tuberkulöse Herde durch die Platte sicherer festgestellt werden.

In den angeführten Fällen handelt es sich um Beispiele, die aus einer großen Zahl ähnlicher Krankengeschichten ausgewählt sind. Wird bei einer Pleuritis die Frage „Tuberkulose oder nicht" erörtert, bestehen Zweifel über die geringere oder erheblichere Ausdehnung eines spezifischen Prozesses, so sind diese bei positivem Röntgenplattenbefund beseitigt.

So ließ im I. und II. Falle die physikalische Untersuchung vollkommen im Stich. Sie läßt nur die Pleuritis erkennen, tuberkulöse Spitzenveränderungen sind perkutorisch und auskultatorisch nicht festzustellen. Diese werden einzig und allein auf Grund der Lymphozytose angenommen, die wir auch bei nicht tuberkulösen Pleuritiden fast stets fanden. Uns brachte erst das Röntgenbild diagnostische Sicherheit.

An diesen typischen Beispielen sollte gezeigt werden, daß in keinem Falle von Pleuritis ungeklärter Ätiologie auf die Röntgenplatte als diagnostisches Hilfsmittel verzichtet werden kann.

Es ist selbstverständlich, daß die Methode wie jede Technik ihre Grenzen hat. Ihre Ergebnisse sind nur eindeutig beim Vorhandensein der für Tuberkulose charakteristischen Flecken und Verschattungen; zu geringe Veränderungen in den Oberfeldern lassen keinen sicheren Schluß zu. Es ist auch zu berücksichtigen, daß die durch Schwarte oder Exsudat auf der Platte hervorgerufenen dichten Verschattungen tuberkulöse Veränderungen verdecken können, die eventuell noch bei einer nach einigen Monaten wiederholten Aufnahme zum Vorschein kommen, wenn das Exsudat resorbiert ist, oder die Schwarte sich zurückgebildet hat. Endlich können trotz bestehender Tuberkulose, besonders bei frischen Erkrankungen, typische Plattenveränderungen fehlen.

Findet man dagegen bei einer angeblich alten Erkrankung auf der Platte nichts Pathologisches, so läßt sich daraus schon eher der Schluß ziehen, daß tuberkulöse Lungenveränderungen nicht vorliegen.

Zweifelhafte Röntgenbefunde ließen sich oft klären, indem man die Aufnahme nach einigen Wochen, eventuell Monaten wiederholte. Findet man dann auf der zweiten Platte (Platte V und VI) ein Verschwinden der Verschattungen ohne Zurückbleiben von Fleckschatten, so wird man bei übereinstimmendem klinischem Verlauf daraus den Schluß ziehen dürfen, daß die überstandene Pleuritis nicht tuberkulöser Natur war. Die Fälle, in denen sich tuberkulöse Veränderungen, die auf der Platte einmal sichtbar waren, restlos zurückbilden, dürften äußerst selten sein.

Die planmäßige Einführung des Röntgenverfahrens in die Diagnostik der Pleuritiden wird die Zahl der idiopathischen Pleuritiden wieder verringern und, wenn auch nicht in allen, so doch in zahlreichen Fällen diagnostische Klarheit schaffen.

Literatur.

1. H. Allard, Beitr. z. Klin. d. Tbc., Bd. XVI.
2. Königer, M. m. W. 1914, Nr. 17. — Zeitschrift f. Tbc., Bd. 17, Heft 6. — Desgl. Bd. 18, Heft 5.
3. H. Rieder, Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, 1903. — Deutsches Archiv f. klin. Med., 1908, Bd. 95. — Beitr. z. Klin. d. Tbc., Bd. XII.
4. A. Fraenkel, M. m. W., Nr. 31, 1916.



Correspondenzen[1]).

Anfrage von Paul Matzdorff.

Man liest in fast jeder Tiefenwirkungs- oder Dosimeterarbeit die Formel:

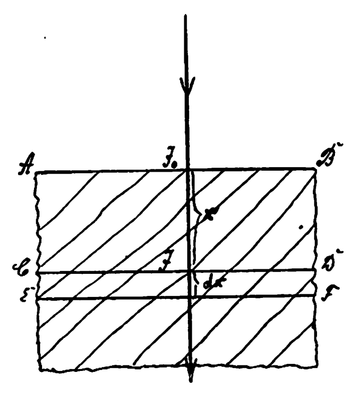
$J = J_o \cdot e^{-\lambda \cdot d}$ als Abnahme der Intensität durch Absorption.

Bitte um:

1. eine Definition des Absorptionskoeffizienten λ,
2. eine Entwickelung dieser Formel.

Antwort von Prof. Dr. B. Walter.

Von einem bestimmten Absorptionskoeffizienten kann man — genau genommen — nur bei einer Strahlung von ganz bestimmter Wellenlänge, d. h. also einer sogenannten homogenen oder monochromatischen Strahlung, sprechen, da nur eine solche Strahlung im Verlaufe der Absorption ihren Charakter nicht ändert und also in den aufeinanderfolgenden Schichten des absorbierenden Mediums immer nach derselben Gesetzmäßigkeit absorbiert wird. Die Definition des Absorptionskoeffizienten λ einer solchen Strahlung geschieht nun in folgender Weise: Man denke sich einen solchen Strahl auf die Oberfläche AB der absorbierenden Schicht (s. Figur) mit der Intensität J_o auffallen, und es möge ferner die Intensität desselben in der Tiefe x, d. h. also beim Passieren der Linie CD durch Absorption auf die Größe J abgeschwächt sein. Man nimmt dann an, daß die weitere Abnahme der Intensität des Strahls in der als unendlich dünn anzusehenden Schicht $CDEF$: 1. proportional der hier herrschenden Intensität J selbst, ferner 2. proportional der Dicke dx dieser absorbierenden unendlich dünnen Schicht und endlich 3. proportional einer Größe λ ist, die eben als der Absorptionskoeffizient des betreffenden Mediums für die betreffende Wellenlänge bezeichnet wird, und die sich natürlich sowohl von einem Medium zum andern als auch von einer Wellenlänge zur andern ändert.



Mathematisch drückt sich diese Definition des Absorptionskoeffizienten λ durch die Gleichung

$$1. \quad dJ = -\lambda J dx$$

aus, worin dJ, wie in der Differentialrechnung üblich, die Zunahme der Intensität J unseres Strahls in der in Rede stehenden unendlich dünnen Schicht bedeutet, eine Zunahme, die natürlich in Wirklichkeit eine Abnahme ist, weswegen eben in der Gleichung 1 rechts das negative Vorzeichen steht.

Schreibt man nun die Gleichung 1 in der Form $\frac{dJ}{J} = -\lambda dx$, so ersieht man sofort, daß sich daraus nach den Regeln der Integrationsrechnung log nat $J = -\lambda x + c$ oder auch

$$2. \quad J = e^{-\lambda x + c} = e^{-\lambda x} \cdot e^{c}$$

ergibt, wo e die Basis des natürlichen Logarithmensystems und c die sogenannte Integrationskonstante bedeutet. Diese Konstante bestimmt sich hier ferner sehr einfach dadurch, daß für $x = o$, d. h. also an der Oberfläche des absorbierenden Körpers, $J = J_o$ werden muß; denn daraus ergibt sich nach Gleichung 2:

$$3. \quad J_o = e^{c}$$

wird. Setzt man nun diesen Wert von e^c in die Gleichung 2 ein, so erhält man

$$4. \quad J = J_o e^{-\lambda x},$$

d. h. die fragliche Absorptionsgleichung.

Man sieht, daß zur Ableitung derselben aus der Gleichung 1 die Kenntnis der Differential- und Integralrechnung erforderlich ist; und dies ist auch wohl der Grund, weshalb statt der eigentlichen Definitionsgleichung des Absorptionskoeffizienten λ, d. h. eben der Gleichung 1, in der Regel die Gleichung 4

[1]) Seitens der Redaktion der Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen ist eine **Auskunftsstelle** für alle auf die Anwendung der Röntgenstrahlen sich beziehenden Angelegenheiten eingerichtet worden. Fragen medizinischer, physikalischer oder technischer Art werden beantwortet und, soweit dieselben von allgemeinem Interesse sind, unter dieser Rubrik publiziert. Alle Anfragen sind direkt an die Redaktion Prof. Dr. Albers-Schönberg, Allgemeines Krankenhaus St. Georg, Hamburg 5, zu richten.

als die Definitionsgleichung dieser Größe angegeben wird, obgleich sich natürlich die wirkliche Bedeutung vom λ nur aus der Gleichung 1 ergibt.

Hamburg, Physikal. Staatslaboratorium, im August 1919.

Nachschrift. Die fragliche Gleichung $J = J_0 e^{-\lambda x}$ läßt sich übrigens aus der Definitionsgleichung des Absorptionskoeffizienten λ auch ohne Kenntnis der Differential- und Integralrechnung in folgender Weise herleiten:

Man denke sich die absorbierende Schichtdicke x in n gleiche Teile geteilt, von denen also jeder die Dicke $\frac{x}{n}$ hat. Die Intensität des Strahls beim Eintritt in die erste Schicht sei J_0, die beim Eintritt in die zweite J_1, die beim Eintritt in die dritte, d. h. also auch beim Austritt aus der zweiten J_2 usw., und die beim Austritt aus der n^{ten} Schicht also J_n. Dann ist nach der Definition des Absorptionskoeffizienten die in der ersten Schicht absorbierte Intensität $= J_0 \lambda \frac{x}{n}$, mithin wird

$$1. \quad J_1 = J_0 - J_0 \lambda \frac{x}{n} = J_0 \left(1 - \frac{\lambda x}{n}\right).$$

Ebenso wird

$$2. \quad J_2 = J_1 - J_1 \lambda \frac{x}{n} = J_1 \left(1 - \frac{\lambda x}{n}\right),$$

oder mit Berücksichtigung der Gleichung 1:

$$2a. \quad J_2 = J_0 \left(1 - \frac{\lambda x}{n}\right)^2.$$

Geht man in derselben Weise von Schicht zu Schicht weiter, so erhält man

$$3. \quad J_3 = J_0 \left(1 - \frac{\lambda x}{n}\right)^3$$

und schließlich

$$4. \quad J_n = J_0 \left(1 - \frac{\lambda x}{n}\right)^n.$$

Unsere Annahme, daß die in den einzelnen Schichten absorbierte Intensität proportional der Intensität der Strahlung beim Eintritt in die betreffende Schicht sei, ist nun allerdings nicht ganz richtig, sondern wir hätten vielmehr anstelle der eintretenden Intensität diejenige in der Mitte der Schicht setzen sollen. Unsere Annahme wird aber offenbar um so richtiger, je dünner wir die einzelnen Schichten annehmen oder mit andern Worten, je größer wir die Zahl n der Schichten wählen, und also vollkommen richtig, wenn wir n unendlich groß machen. Für ein unendlich großes n ist nun aber bekanntlich

$$\left(1 - \frac{\lambda x}{n}\right)^n = e^{-\lambda x},$$

wo e die Basis des natürlichen Logarithmensystems bedeutet; und wir erhalten also schließlich

$$4a. \quad J_n = J_0 e^{-\lambda x},$$

d. h. die gesuchte Absorptionsgleichung.

Anläßlich der 100-Jahrfeier der Universität Bonn ist Herr Prof. Dr. Max von Laue in Berlin wegen seiner Arbeiten, welche Klarheit über die Wellennatur der Röntgenstrahlen und die Struktur der Kristalle gebracht haben, zum Ehrendoktor der Medizin ernannt worden.

Bücherbesprechungen.

Albers-Schönberg, **Die Röntgentechnik.** Handbuch für Ärzte und Studierende. **Fünfte Auflage** bearbeitet von Prof. Dr. Walter, Prof. Dr. Albers-Schönberg, Zahnarzt Hauptmeyer, Oberstabsarzt Dr. Drüner, Privatdoz. Dr. Goedel. Band II. Format 26×18 cm. VIII, 471 Seiten mit 230 Abbildungen im Text und 21 Tafeln. Preis M. 32.— broschiert, M. 36.60 gebunden.

Gudzent: **Grundriß zum Studium der Radiumtherapie.** Urban & Schwarzenberg 1919. Preis geb. 15 M.

Das Buch gibt die Grundlagen der Therapie mit radio-aktiven Stoffen. Es enthält sich weitgehender mathematischer Erörterungen und ist der physikalischen und chemischen Vorbildung des Mediziners angepaßt.

Das Buch zerfällt in 5 Abschnitte, denen je ein einschlägiges Literaturverzeichnis angefügt ist.

Die Aufteilung der Literatur nach dem Stoff ist eine sehr zu begrüßende Einrichtung, welche die Übersichtlichkeit wesentlich erhöht.

Der erste Abschnitt enthält die medizinische Physik der Strahlen radio-aktiver Substanzen.

Im zweiten Abschnitt, der besonders auch für die Röntgenologen von hohem Interesse ist, wird die biologische Wirkung der radio-aktiven Substanzen abgehandelt. Besonders möge auf den klar geschriebenen Teil über den Wirkungsmechanismus der α-, β- und γ-Strahlen und die inneren Ursachen der Zellveränderung hingewiesen werden.

Der dritte und vierte Abschnitt befaßt sich mit der Anwendung radio-aktiver Stoffe in der inneren Medizin, sowie in der Balneotherapie.

Im fünften Abschnitt wird die Technik der Bestrahlungstherapie und besonders eingehend auch die Dosimetrie beschrieben.

Von allgemeinem Interesse sind die Besprechungen der Krebs- und Sarcombehandlung, ihrer lokalen und allgemeinen Erfolge, sowie die Ausführungen über Dauerheilungen.

Das Buch ist eine streng kritische und kurz zusammenfassende Darstellung des heutigen Standes der Radiumtherapie und bringt auch für den Röntgenologen reiche Anregung und der Röntgentherapie ergänzende Aufschlüsse. Albers-Schönberg.

Internationale Fachliteratur.

a) Vereine und Kongresse.

Röntgen-Vereinigung zu Berlin.

Sitzung, 21. Februar 1919.

Herr Dr. von Dechend, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Firma C. H. F. Müller in Hamburg.

Über die Messung der Dosis in der Tiefentherapie.

Es besteht wohl kein Zweifel darüber, daß die Technik der Erzeugung von Röntgenstrahlen in den letzten Jahren sehr erhebliche Fortschritte gemacht hat. In erster Linie sind sie darauf zurückzuführen, daß es gelungen ist, Röntgenröhren zu konstruieren, welche wesentlich größeren Spannungen gewachsen sind als früher. Man ist daher, da auch die zugehörigen Stromerzeuger für höhere Spannungen zur Verfügung stehen, in der Lage, sehr harte Strahlen zu erzeugen. Mit wachsender Spannung geht nun bekanntlich auch die Ausbeute an Röntgenstrahlen wesentlich in die Höhe, und zwar proportional dem Quadrate der Spannung. Die Steigerung der Spannung hat daher nicht nur eine Steigerung der Härte, sondern auch der Intensität der erzeugten Röntgenstrahlen zur Folge.

Wie groß der erzeugte Fortschritt ist, geht vielleicht am besten aus einem Zahlenbeispiel hervor. Die Ihnen bekannten ersten Aufnahmen der Interferenzerscheinungen der Röntgenstrahlen an Kristallen, welche Laue, Friedrich und Knipping im Jahre 1911 zum erstenmal hergestellt haben, erforderten mit den damaligen Anordnungen Expositionszeiten von etwa 10 Stunden. Mit einer modernen Röhre und der ihr entsprechenden apparativen Einrichtung gelingt sie bereits bei Expositionszeiten von nur mehr 10 Minuten. Daraus geht hervor, daß wir unter Umständen eine Versechzigfachung der Strahlenintensität gegenüber den im Jahre 1911 erzeugbaren Intensitäten erreicht haben.

Die Verwertung des Gewonnenen in der Medizin, speziell in der Tiefentherapie, hat nun aber zur Voraussetzung, daß die Technik der Messung der Röntgenstrahlen mit der Technik der Erzeugung zum mindesten gleichen Schritt hält.

Es ist Ihnen aber bekannt, daß die Technik der Messung der Röntgenstrahlen auch schon vor der Zeit der neueren technischen Entwicklung der Strahlenerzeugung keineswegs alle Wünsche befriedigen konnte. Den besten Beweis dafür können wir darin erblicken, daß der Röntgenkongreß des Jahres 1914 es für notwendig erachtet hat, eine Kommission einzusetzen, welche die Meßtechnik und speziell das Dosimeterproblem studieren sollte, um auf diesem Wege endlich zu einer genügend sicheren Grundlage für die Röntgentherapie zu gelangen. Die vielfachen Hindernisse der Kriegszeit haben es indessen mit sich gebracht, daß die Arbeiten dieser Kommission noch zu keinem Abschluß gekommen sind. Wir sind daher im Augenblick immer noch von einer endgültigen allgemein angenommenen Lösung des Dosimeterproblems entfernt.

Das Problem hat sich sogar gerade infolge der Steigerung der verwendeten Strahlenhärte in mehr als einer Beziehung verkompliziert, da manche Fehler, welche man früher vernachlässigen zu können glaubte, so z. B. die durch die Streustrahlen verursachten, jetzt erst in ihrer vollen Bedeutung zutage traten.



Wir müssen uns nunmehr in erster Linie darüber einigen, was man unter Dosis zu verstehen hat, damit wir von vornherein auf der Grundlage einer exakten Definition aufbauen können.

Wir wollen, um eine solche zu gewinnen, annehmen, daß irgendein beliebiger Körper von Röntgenstrahlen bestrahlt werde, wir grenzen innerhalb dieses Körpers einen Volumenteil, den wir gleich der Raumeinheit, dem Kubikzentimeter wählen, ab und definieren nun als in diesem Einheitsraumteil zur Wirkung kommende Dosis die von ihm während der ganzen Bestrahlungsdauer absorbierte Röntgenstrahlenenergie. Kurz ausgedrückt, die Dosis ist die von einem Kubikzentimeter absorbierte Röntgenenergie.

Wir begehen bei dieser Definition, wenn wir sie so fassen, eine kleine Ungenauigkeit. Es ist ja klar, daß auf die der Strahlenquelle zugewandte Seite des abgegrenzten Kubikzentimeters eine größere Strahlenmenge auffällt als auf die unter ihr befindlichen Schichten, weil die ersteren bereits eine gewisse Strahlenenergie verschlucken und daher die folgenden Schichten entsprechend weniger erhalten. Um dieser Schwierigkeit in der Definition zu begegnen, müssen wir uns vorstellen, daß der abgegrenzte Kubikzentimeter nicht in Form eines Würfels vorliegt, sondern in Gestalt einer langen und entsprechend dünnen Platte, die so dünn ist, daß die Intensität keine merkliche Verschiedenheit der Strahlenintensität von Schicht zu Schicht aufweist. Ich könnte diese Schwierigkeit natürlich durch Zugrundelegen von unendlich kleinen Raumteilen von vornherein ausschließen, möchte aber davon absehen, mathematische Komplikationen einzuführen.

Wir können aus dieser Definition sofort einige wichtige Folgerungen ziehen hinsichtlich der Abhängigkeit der Dosis von der Härte der verwandten Strahlen. Bestrahlen wir nämlich ein und denselben Körper einmal mit Strahlen, von denen jeder Kubikzentimeter z. B. 20 % absorbiert und 80 % durchläßt, so bekommen wir als Dosis eine gewisse Strahlenenergie. Erhöhen wir nun die Härte der Strahlen, so wird derselbe Körper von den auffallenden Strahlen vielleicht nur noch 10 % pro cbcm absorbieren und 90 % der Strahlen gehen verloren. Die Verkleinerung des Absorptionskoeffizienten hat also eine Verkleinerung der Dosis zur Folge.

Entsprechend dieser Betrachtung könnte es scheinen, als ob das Bestreben, sehr harte Strahlen zu verwenden, in der Therapie ein prinzipieller Fehler wäre, da augenscheinlich mit steigender Härte die Dosis dauerd heruntergehen muß.

Dieser Widerspruch löst sich, wenn wir berücksichtigen, daß in sehr zahlreichen Fällen der therapeutisch zu beeinflussende Krankheitsherd nicht an der Oberfläche des Körpers liegt, sondern in einer gewissen Tiefe. Um diese Tiefe zu erreichen, müssen wir aber notwendig harte Strahlen verwenden, andernfalls bleibt unsere Dosis ja in der Haut und den anschließenden Gewebeteilen hängen und erreicht nicht den Ort, welchen wir zu beeinflussen wünschen. Wir müssen daher, trotzdem wir damit die Dosis in der Tiefe an sich verkleinern, Strahlen größerer Härte anwenden. Es ist aber klar, daß wir bei immer weitergetriebener Steigerung der Härte schließlich einen Punkt erreichen müssen, bei dem wir zwar fast alle Strahlen an das zu bestrahlende Organ heranbekommen, aber weil derartig harte Strahlen eben von diesem Organ auch kaum merklich absorbiert werden, trotzdem keine merkliche Dosis dort erhalten. Ein Verfahren, welches gestattet, die ganze Strahlenenergie erst im Zustand größter Härte durch die Oberschicht hindurchtreten lassen und sie dann vor dem zu bestrahlenden Organ in stark absorbierbare umzuwandeln, ist ja leider nicht bekannt.

Aus diesen Überlegungen haben wir den Schluß zu ziehen, daß es ein Optimum geben muß für die anzuwendende Strahlenhärte, die gestattet, ein Maximum der Dosis in dem zu beeinflussenden Organ zur Absorption zu bringen, nachdem sie unter möglichst geringem Verlust die Oberschicht durchsetzt haben.

Die mathematische Analyse der Absorptionsvorgänge hat Herrn Christen zu einfachen Beziehungen geführt, welche zahlenmäßig festlegen, welches diese günstigste Härte für jede Tiefe des zu bestrahlenden Organs ist.

Das Ergebnis läßt sich in der bekannten Christenschen Halbwertregel zusammenfassen, derzufolge die zur Bestrahlung eines in der Tiefe w liegenden Organs günstigste Strahlenhärte diejenige ist, deren Halbwertschicht $^{7}/_{10}\ w$ beträgt.

Ich führe diese Überlegungen hier an, um den engen Zuhammenhang zwischen Dosis und Härte, der bei allen Fragen der Dosimetrie eine entscheidende Rolle spielt, an einem wichtigen Beispiel klarzumachen.

Wir gehen nun dazu über, die Verfahren, welche die Messung einer Dosis überhaupt ermöglichen, zunächst einmal nur von ganz allgemeinen Gesichtspunkten aus zu betrachten.

Das beste Mittel, die Dosis für therapeutische Zwecke zu messen, welches sich denken ließe, wäre die Beobachtung einer mit steigender Dosis in immer stärkerem Grade wahrnehmbaren irgendwie gearteten Veränderung des bestrahlten Körperteiles, beispielsweise der Haut. Man könnte sich z. B. vorstellen, daß man durch mikroskopische Beobachtungen irgendwelcher Art noch während der Bestrahlung zahlenmäßig feststellen könnte, in welchem Umfange derartige Änderungen stattgefunden haben. Wir würden dann nichts weiter zu tun haben, als während der Bestrahlung diese zu verfolgen und die Bestrahlung nach dem Eintreten einer durch die Erfahrung festzulegenden Größe der Veränderungen abzubrechen.



Leider ist aber, wie Sie wissen, bisher kein Anhaltspunkt gefunden worden, daß sich einwandfrei derartige leicht während der Bestrahlung quantitativ beobachtbare Veränderungen, etwa der Hautzellen einstellen. Vielmehr ist die Veränderung, die durch die Bestrahlung herbeigeführt wird, erst sehr viel später für die Beobachtung zugänglich; sie kann bekanntlich Tage, ja Wochen und Monate später erst in vollem Umfange erkannt werden. Wir müssen also, um zu einer Dosierung zu gelangen, einen anders gearteten Reagenzkörper als Meßinstrument anwenden.

Wir müssen uns daher in allererster Linie darüber klar werden, welche Forderungen wir an die Eigenschaften dieses Reagenzkörpers stellen müssen, um aus seinem Verhalten bei der Bestrahlung einen Rückschluß auf das Verhalten des menschlichen Gewebes unter der gleichen Bestrahlung ziehen zu können.

Die erste Forderung ist: der Reagenzkörper muß empfindlich sein. Unter Empfindlichkeit wollen wir dabei verstehen, daß der Reagenzkörper geringe Änderungen der Dosis mit gut meßbaren Änderungen beantwortet. Da bei einer Messung von vornherein zahlenmäßige Angaben wünschenswert erscheinen, wollen wir die zu fordernde Empfindlichkeit auch zahlenmäßig festlegen. Wir können dazu die Ergebnisse der Untersuchungen von Friedrich und Krönig zugrunde legen, die, soweit ich beurteilen kann, wohl als die genauesten der bisher veröffentlichten anzusehen sind. Die beiden Forscher haben gefunden, daß bei einer Steigerung der Dosis um 20 % eine eben noch deutlich erkennbare Änderung der Stärke der biologischen Wirkung beobachtbar ist. Wir ziehen daraus den Schluß, daß die Empfindlichkeit unseres Reagenzkörpers mindestens so groß sein muß, daß 20 % Änderung der Dosis auch den Reagenzkörper in merklich verändertem Maße beeinflussen. Diese Empfindlichkeit stellt selbstverständlich die obere Grenze dar, mit der wir uns eben begnügen können; günstiger wäre es natürlich, die Empfindlichkeit noch größer zu wählen.

Die zweite Forderung besteht darin, daß die Eigenschaften des Meßkörpers dauernd die gleichen bleiben und verschiedene Meßkörper immer zu gleichen Ergebnissen führen. So z. B. ist zu verlangen, daß die Kienböckstreifen immer die gleiche Empfindlichkeit besitzen oder wenigstens Änderungen ihrer Empfindlichkeit genau zahlenmäßig bekannt sind; ferner, daß Abweichungen infolge größeren oder geringeren Alters derartiger Streifen oder anderer Reagenzkörper so klein sind, daß sie kleiner bleiben als 20 %. Mit anderen Worten, die „Zuverlässigkeit“ muß so groß sein, daß jederzeit zu verschiedenen Zeiten und mit verschiedenen Reagenzkörpern ein und dieselbe Dosis auch immer als gleich innerhalb von 20 % erkannt werden kann.

Die dritte Forderung, die wir aufstellen müssen, ist etwas komplizierterer Natur. Wir hatten oben schon besprochen, daß die Dosis, welche in einem Gewebeteil zur Wirkung kommt, wesentlich abhängt von der Härte der verwendeten Strahlen. Mit zunehmender Härte wird die Dosis entsprechend der geringeren Absorption immer geringer. Wir müssen nun fordern, daß unser Reagenzkörper mit steigender Härte ebenfalls immer weniger Strahlen absorbiert, und zwar muß die Abnahme der Absorption in ihm genau gleichen Schritt halten mit der Abnahme der Absorption im menschlichen Gewebe.

Wie wichtig diese Forderung ist, möchte ich an einem idealisierten Beispiel erläutern, welches den Einfluß der verschiedenen Absorptionen an Reagenzkörpern und im menschlichen Gewebe besonders klar hervortreten läßt. Nehmen wir an, wir seien in der Lage, intensive, streng homogene Strahlen herzustellen, und zwar im ganzen Bereich der bekannten Wellenlängenskala der Röntgenstrahlen. Wir bestrahlen nun Gewebe und Reagenzkörper mit gleichen Intensitäten, mit gleicher homogener Strahlenart. Als Reagenzkörper benutzen wir einen Kienböckstreifen, dessen Absorptionseigenschaften im wesentlichen übereinstimmen mit der Absorption des Silbers. Wenn wir nun mit sehr weichen homogenen Strahlen beginnen und allmählich zu härteren Strahlen übergehen, so werden die im Gewebe absorbierten Dosen abnehmen. Wir werden zunächst auch eine Abnahme der Dosis im Reagenzkörper beobachten können. Sowie wir aber mit unseren homogenen Strahlen in die Nähe derjenigen Wellenlängen kommen, welche die charakteristische Eigenstrahlung des Silbers anzuregen vermag, erhalten wir eine sprunghaft gesteigerte Absorption im Kienböckstreifen und dementsprechend eine erheblich stärkere Schwärzung desselben. Das bestrahlte Gewebe verhält sich bei diesem Härtegrad jedoch ganz anders, in ihm nimmt die Absorption auch an dieser Stelle kontinuierlich ab, von einer unstetigen Steigerung der Absorption ist keine Rede. Wir sehen also, daß wir unterhalb und oberhalb des Bereiches der charakteristischen Silberstrahlen Übereinstimmung zwischen dem Gang der Absorption im Meßkörper und im Gewebe haben, wenigstens insofern, daß sie in beiden Stoffen im gleichen Sinn erfolgt. In diesem Bereiche kann das Dosimeter möglicherweise richtig sein, im Bereich der charakteristischen Eigenstrahlung dagegen wird eine ganz gewaltige Differenz der absorbierten Dosen erkennbar sein. Das Dosimeter muß daher notwendig dort ganz falsche Werte angeben.

Ich will hinzufügen, daß dieser Fehler in der Praxis keine große Bedeutung besitzt, da alle dort zur Verwendung kommenden Strahlen weit entfernt davon sind, streng homogen zu sein und zudem die selektive Absorption des Silbers in dem Gebiet der für therapeutische Begriffe weichen Strahlen liegt.

Aber auch in den nicht selektiven Bereichen ist eine Diskrepanz zwischen der Absorption des Silbers und der des Gewebes zu konstatieren. Ich sagte vorhin, daß mit zunehmender Härte die in beiden



Stoffen absorbierten Dosen abnehmen, damit ist aber nicht gesagt, daß der Grad der Abnahme für beide derselbe ist. Vergleichende Messungen (Friedrich) ergeben, daß die Abnahme der Absorption im Silber wesentlich schneller erfolgt als im Wasser, dessen Absorption mit der des Gewebes im wesentlichen übereinstimmt. Je härter die Strahlen sind, die wir verwenden, um so geringer wird daher die Dosis, welche uns das Silberdosimeter anzeigt im Verhältnis zu der im Körper zur Absorption gelangten Dosis. Es ist daher ohne weiteres ersichtlich, daß unter diesen Umständen das Silberdosimeter unbrauchbar ist, wenn wir die Dosen miteinander vergleichen wollen, die mit verschieden harten Röntgenstrahlen erzeugt worden sind.

Alle Dosimeter, welche dieselbe Erscheinung — Nichtparallelgehen der Absorption im Reagenzkörper mit der Absorption im menschlichen Gewebe — zeigen, müssen unbrauchbar sein, wenn wir nicht immer ganz genau die gleiche Strahlenart anwenden. Jede Änderung der Betriebsspannung und jede Änderung des Filters macht eine Änderung der Eichung des Reagenzkörpers notwendig. Ist diese nicht erfolgt, so muß die Dosismessung beim Übergang zu einer anderen Bestrahlungstechnik falsch werden.

Als letzte Forderung an unseren Reagenzkörper können wir vielleicht aufstellen, daß ein Dosimeter in seiner Handhabung bequem sein muß und nicht etwa an die physikalische Schulung des Benutzers allzu große Anforderungen stellt. Es ist klar, daß diese letzte Forderung für die Praxis eine entscheidende Rolle spielt und daher nicht leicht genommen werden darf. An Bedeutung tritt sie natürlich gegenüber den anderen drei Forderungen zurück insofern, als nach meiner Überzeugung diese ersten Forderungen zunächst erfüllt sein müssen und dann erst ein als gut befundenes Meßverfahren so ausgebildet werden soll, daß es auch gerechten Ansprüchen an die Bequemlichkeit entspricht.

Wir wollen nunmehr die wichtigsten bis jetzt bekannten Dosimeterverfahren untersuchen und feststellen, wie weit bei ihnen die aufgestellten Forderungen erfüllt sind. Ich will mich dabei auf vier verschiedene direkte Meßverfahren beschränken. Ein fünftes indirektes, welches bereits von größerer Wichtigkeit geworden ist, werde ich am Schluß noch berühren.

Wir besitzen zwei Meßverfahren, welche nicht umkehrbare chemische Änderungen eines Reagenzkörpers der Dosismessung zugrundelegen, das Kienböcksche Verfahren und das Sabouraudsche und aus ihm entwickelte Holzknechtsche Verfahren, ein drittes, dasjenige von Fürstenau, benutzt die Änderung der Leitfähigkeit des Selens unter dem Einfluß von Röntgenstrahlen. Als viertes fassen wir zusammen alle Verfahren, die sich auf die Beobachtung der durch Röntgenstrahlen erzeugten Leitfähigkeit von Gasen aufbauen. Es gehören dahin also z. B. die Verwendung der Ionometer oder Iontoquantimeter genannten Anordnungen.

Wir wollen diese letzteren Verfahren vorwegnehmen, weil sie, wie wir sehen werden, die einzigen sind, die unseren drei Grundforderungen in vollem Maße entsprechen.

Ihre Grundprinzipien sind kurz die folgenden: Es wird irgendeine die Elektrizität statisch aufspeichernde Anordnung verbunden mit einem Instrument, welches die Spannung dieses Aufspeicherungsgerätes angibt. Eine Ihnen allen bekannte derartige Vorrichtung wäre z. B. eine gewöhnliche Leydener Flasche, die in Verbindung steht mit einem Blättchenelektroskop, dessen Blättchenstellung an einer Skala ablesbar ist. Wenn wir die Leydener Flasche aufladen, so zeigt das Blättchen des Elektroskops einen Ausschlag und stellt sich auf den der erreichten Spannung entsprechenden Skalenteil ein. Wenn wir jetzt in der Nähe des Knopfes der Leydener Flasche Röntgenstrahlen einfallen lassen, so wird die Luft leitfähig, die Leydener Flasche muß daher langsam ihre Ladung verlieren, dementsprechend muß das Blättchen des Elektroskops auf niedrige Skalenwerte heruntersinken. Als Maß der von der Luft in der Nähe der Leydener Flasche absorbierten Strahlenenergie kann dieses Herabsinken des Blättchens ohne weiteres benutzt werden.

In der praktischen Ausführung verfährt man nun etwas anders. Es ist ja, um Übereinstimmung der Meßbedingungen zu erzielen, notwendig, daß man immer nur ein bestimmtes Luftvolumen den Strahlen aussetzt. Man muß daher dafür sorgen, daß alle anderen mit Elektrizität geladenen Teile nicht mit leitfähiger Luft in Berührung kommen. Wir können daher die Leydener Flasche und das Blättchenelektroskop z. B. hinter die Bleischutzwand setzen, bringen am Knopf der Leydener Flasche eine Leitung an, und am Ende dieser Leitung erst eine kleine Kammer, in welche die Luft durch die zu messenden Röntgenstrahlen leitfähig gemacht wird. Wenn wir dann dafür sorgen, daß die Leitung selbst entweder durch Blei abgedeckt ist oder in einer unter dem Einfluß der Röntgenstrahlen nicht leitfähig werdenden Masse, z. B. Gummi, eng eingebettet ist, so wird nur an der Stelle der Kammer die Ladung des ganzen Systems austreten können; wir haben daher die erforderliche Begrenzung des durchstrahlen Luftvolumens in einwandfreier Weise erreicht. Je nach der Art des Meßinstrumentes, welches wir anstelle des nicht sehr bequemen Blättchenelektroskops setzen, hat man verschiedene Instrumentarien ausgebildet. Am bekanntesten ist vielleicht das sogenannte Jontoquantimeter, welches bereits eine ziemlich weitgehende technische Ausgestaltung erfahren hat.

Sehen wir nun zunächst zu, inwieweit ein derartiges Instrument unsere Forderungen erfüllt. Zunächst die nach genügender Empfindlichkeit: Sie ist gegeben durch die Empfindlichkeit des die Spannung



anzeigenden Instrumentes. Da diese sehr weitgetrieben werden kann, so muß die Dosismessung bei geeigneter Wahl dieses Spannungsmeßinstrumentes ebenfalls sehr hochgetrieben werden können. In der Tat genügen bereits ziemlich rohe Meßinstrumente, um die Messung bis auf wenige Prozent genau durchführen zu können.

Die zweite Forderung nach Zuverlässigkeit und Übereinstimmung verschiedener Instrumente ist ebenfalls sehr gut erfüllbar. Es hat ja keinerlei Schwierigkeit, durch rein physikalische Messungen des Fassungsvermögens der „Leydener Flasche" und der dazugehörigen Leitung bis zur Kammer, ferner durch eine mit beliebiger Präzision durchführbare Eichung des Spannungsmeßinstrumentes etwa in Volt und genaue Abgleichung des Volumens der Meßkammer, genaueste Übereinstimmung verschiedener Instrumente herbeizuführen oder wenigstens die Größe der Abweichungen ein- für allemal zu bestimmen.

Dieser Vorteil ist nicht gering anzuschlagen. Er ermöglicht uns nämlich auf Grund rein physikalischer Präzisionsmessungen eine Einheit der Dosis zu definieren, welche auf den Grundlagen des absoluten Maßsystems des Zentimeter-Gramm-Sekunden-Systems beruht. Kapazitäts- und Spannungsmessungen, ebenso Volumenmessungen, lassen sich nämlich ohne jede Schwierigkeit auf dies System zurückführen, wir haben daher nur im Anschluß an Friedrich als Einheit der Dosis zu definieren diejenige Strahlenmenge, die in 1 cbcm Luft durch die Ionisation eine Elektrizitätsmenge von einer elektrostatischen Einheit bei Sättigungsstrom transportiert, um ein- für allemal die willkürliche Einheit loszuwerden.

Die allgemeine Einführung dieser Einheit würde natürlich einen sehr großen Vorteil bedeuten, da damit die Vergleichbarkeit von an verschiedenen Stellen erhaltenen Meßergebnissen dauernd gewährleistet wäre. Die Einführung der absoluten Einheiten hat sich auf dem Gebiete der Technik, wie man längst weiß, als eine Maßnahme von kaum zu überschätzender Bedeutung erwiesen, für die Röntgentherapie, die ja in mancher Beziehung ebenfalls technischen Überlegungen zu folgen hat, wird das gleiche gelten.

Die dritte Forderung, Übereinstimmung des Ganges der Absorption im Meßkörper mit dem der Absorption im menschlichen Gewebe, ist von einem Ionenmeßapparat zunächst nicht ohne weiteres erfüllt. Die Ionisation der Luft in einer Kammer, wie sie bei diesen Instrumenten Verwendung findet, erfolgt nämlich keineswegs allein durch die Wirkung der von der Luft absorbierten Röntgenstrahlen. Diese Strahlen lösen vielmehr auf den Wänden der Kammer Sekundärstrahlen aus, darunter die sehr stark absorbierbaren und daher auch sehr stark ionisierend wirkenden sekundären Kathodenstrahlen, die in der medizinischen Literatur vielfach als sekundäre β-Strahlen bezeichnet werden. Diese Bezeichnung ist nicht sehr glücklich, da man die Bezeichnung β-Strahlen wohl besser ausschließlich für die von radioaktiven Substanzen ausgehenden größtenteils sehr schnellen Kathodenstrahlen freihält. Das Einfachste wäre, sie nach dem Physiker, welchem in erster Linie die Aufklärung über ihre Natur zu verdanken ist, als Dornsche Strahlen zu bezeichnen.

Die Ionisation der Meßkammer ist nun, wie sich herausstellt, nur zum geringsten Teil der direkten Wirkung der Röntgenstrahlen zuzuschreiben. Der überwiegende Teil ist vielmehr durch die Dornschen Strahlen verursacht, welche auf den Kammerwänden ausgelöst werden. Nun besteht aber ein Zusammenhang zwischen der Absorption der Röntgenstrahlen in einem Körper und der Stärke der von ihnen ausgehenden Dornschen Strahlung, demzufolge die letztere parallel mit der Absorption geht. Nimmt die Absorption plötzlich zu, nimmt auch die Dornsche Strahlung plötzlich zu. Eine Übereinstimmung zwischen dem Gang der Absorption, der Röntgenstrahlen im menschlichen Körper und unserer Meßkammer könnte daher nur dann vorhanden sein, wenn die Absorption im Aluminium (dem meist benutzten Material) parallel ginge mit der Absorption im Gewebe.

Wie die sehr genauen Messungen von Friedrich gezeigt haben, stimmt diese Voraussetzung indessen keineswegs. Wenn z. B. bei einem Röntgenstrahlengemisch, wie es entsteht beim Betriebe einer Coolidgeröhre mit 20 cm Parallel-Funkenstrecke das Verhältnis der Absorption eines beliebigen Volumens von Aluminium bzw. Wasser 0,91 betrug, sank dieses Verhältnis bei Steigerung der Schlagweite auf 30 cm und Vorschalten eines 10 mm Aluminiumfilters auf 0,6, d. h. die Absorption im Aluminium nimmt sehr viel schneller ab mit steigender Härte als die Absorption im Wasser. Beim Übergang zu Gammastrahlen sinkt das Verhältnis noch wesentlich tiefer.

Daraus folgt, daß eine Ionisationskammer, welche wesentlich aus Aluminium besteht, unsere dritte Forderung keineswegs erfüllt. Die Verwendung anderer Metalle bringt keine Verbesserung, würde vielmehr den Fehler noch vergrößern.

Friedrich hat nun in sehr einfacher Weise diesen Fehler beseitigt, indem er die Verwendung von Metall ausschloß und zur Konstruktion seiner Ionisationskammer ein Material benutzte, dessen Bestandteile möglichst kleine Atomgewichte aufweisen. Es ist eine bekannte Tatsache, daß der Gang der Absorption für alle Körper von niedrigem Atomgewicht so ziemlich der gleiche ist, z. B. haben die meisten organischen Körper, namentlich diejenigen, welche kein Element von höherem Atomgewicht als etwa 20 enthalten, auf gleiche Dichte bezogen gleiche Absorption. Insbesondere ist auch die Änderung der Absorption mit der Wellenlänge bei allen diesen Körpern die gleiche. Friedrich verwendet daher



für seine Kammer Horn und Graphit. Die Hornumhüllung wird durch Bestreichen mit Graphit leitend gemacht und als zweite Elektrode ein gewöhnlicher Graphitstift benutzt.

Mit diesem sehr einfachen Kunstgriff ist es nunmehr gelungen, ein Instrument zu schaffen, welches unsere dritte Forderung in vollstem Maße erfüllt und gleichzeitig praktisch brauchbare Form besitzt.

Alle Ionisationskammern, die mit reiner Röntgenstrahlenionisation arbeiten (also unter Ausschluß der Auslösung Dornscher Strahlen auf den Wänden), erfüllen natürlich ebenfalls diese Forderung, sie sind aber wohl für die ärztliche Praxis kaum in eine einigermaßen brauchbare Form zu bringen.

Da das Friedrichsche Instrument, wie schon hervorgehoben, in absolutem Maße geeicht werden kann und die Eichung sogar schon durchgeführt ist, so haben wir damit zum erstenmal eine Normale gewonnen und damit die Möglichkeit, alle anderen Instrumente gleicher oder anderer Art auf diese eine Normale zurückzuführen.

Das ist natürlich, wie schon hervorgehoben wurde, für die ganze Dosimetrie von fundamentaler Bedeutung.

Mit Hilfe dieses Instrumentes haben Friedrich und Krönig umfangreiche biologische Untersuchungen über die biologische Wirkung der Röntgenstrahlen angestellt und sind dabei insbesondere zu einem grundlegenden Gesetz gelangt über die Abhängigkeit der biologischen Wirkung von der Strahlenhärte. Sie fanden nämlich, daß die Größe der biologischen Wirkung unabhängig ist von der Härte der Röntgenstrahlen, sofern man nur die Dosis mit dem geschilderten Instrument mißt oder mit einem anderen, dessen Absorptionsgesetze die gleichen sind, wie für die bestrahlten biologischen Objekte.

Dieses Gesetz ist bekanntlich nicht zum erstenmal von Friedrich und Krönig ausgesprochen worden, die Bedeutung der Friedrich-Krönigschen Versuche liegt aber darin, daß aus ihnen erst mit Sicherheit geschlossen werden kann, daß es für einen sehr großen Härtebereich (20 cm Parallelfunken bis γ-Strahlen) gilt. Alle früheren Versuche umfassen keinen genügend großen Härtebereich oder waren mit unzulänglicher Meßtechnik angestellt. Man ist daher erst jetzt berechtigt, die Unabhängigkeit der biologischen Wirkung vom Härtegrad — unter der genannten Voraussetzung — als ein Gesetz zu betrachten.

Die Einführung des Dosimeters nach dem Friedrichschen Prinzip führt also zu einer Vereinfachung der Grundlagen, deren Bedeutung kaum zu überschätzen ist. Die Bestätigung und Erweiterung der Friedrich-Krönigschen Forschungsergebnisse, die ja naturgemäß erst einen Anfang darstellen, wird als eine der wichtigsten Aufgaben für die Grundlagen der Therapie zu betrachten sein.

Ich möchte es vermeiden, auf die biologischen Versuche von Friedrich und Krönig des Genaueren einzugehen, da ich mir als Physiker kein Urteil über biologische Fragen gestatten will. Die rein physikalischen Messungen Friedrichs über den Vergleich der verschiedenen Dosimeter sind dagegen für das Weitere heranzuziehen.

Wenn wir uns zunächst den beiden mit chemischen Änderungen arbeitenden Dosimetern von Kienböck und Sabouraud bzw. Holzknecht zuwenden, so haben wir festzustellen, daß beide Dosimeterverfahren unsere drei aufgestellten Forderungen nicht in vollem Umfange erfüllen.

Die Empfindlichkeit des Kienböckstreifens und ebenso die der Sabouraudtablette ist nicht ausreichend, um Unterschiede von 20 % mit hinreichender Sicherheit erkennen zu lassen. Ebenso sind die Differenzen, welche verschiedene Kienböckstreifen und verschiedene Sabouraudtabletten unter sich ergeben, größer als 20 %. Daß die Empfindlichkeit der photographischen Schicht auch selbst innerhalb ein und derselben Platte sehr erheblichen Schwankungen unterworfen ist, ist schon vielfach beobachtet worden.

Bei der sehr sorgfältigen Herstellung der Emulsion für die Kienböckstreifen ist zu erwarten, daß diese Schwankungen der Empfindlichkeit verhältnismäßig selten sein werden. Die Schwierigkeit, daß Änderungen von 20 % nur geringe Änderungen der Schwärzung hervorrufen, ist damit noch nicht beseitigt. Durch verfeinerte Methoden der Schwärzungsmessung und sehr sorgfältige Ausführung der Messungen ist das Kienböckverfahren in dieser Beziehung jedoch verbesserungsfähig.

Über die Sabouraudtablette ist wohl Ähnliches zu bemerken.

Die dritte Forderung, Parallismus der Absorption des Reagenzkörpers mit der Absorption im biologischen Objekt erfüllen beide Dosimeter nicht. Die Absorption ist, wie schon hervorgehoben, beim Kienböckstreifen bestimmt durch die Absorption des Silbers, bei der Sabouraudtablette durch die Absorption des Platins. Daß beide Metalle eine sehr viel schnellere Abnahme der Absorption mit abnehmender Wellenlänge haben, ist schon oben hervorgehoben worden. Ich brauche mich daher nicht nochmals darüber zu äußern.

Wenn es also auch gelingt, die Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit der beiden Dosimeter in der notwendigen Weise zu steigern, so ist das Dosimeter noch keineswegs für alle Fälle verwertbar. Vielmehr muß bei jeder Änderung der Bestrahlungstechnik unbedingt eine Nacheichung dieser Dosimeter erfolgen, da andernfalls ganz erhebliche Fehler resultieren können.

Dieser Punkt ist keineswegs leicht zu nehmen, etwa mit der Begründung, daß die Bestrahlungstechnik im großen und ganzen für längere Zeit konstant bleibt, abzutun, denn zunächst wissen wir keineswegs, ob wir in nächster Zeit nicht abermals eine erhebliche Änderung der angewandten Spannungen zu

erwarten haben. Röhren und Apparate sind noch nicht an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt. Die Annäherung an die Härte der Gammastrahlen wird daher in absehbarer Zeit abermals vergrößert sein. Wir kommen damit also in Gebiete, in denen die Absorptionsverhältnisse im Metall und im biologischen Objekt immer mehr voneinander abweichen. Aber auch innerhalb der jetzt üblichen Bestrahlungstechnik finden vielfach unbemerkt Änderungen statt, die bei Benutzung eines Dosimeters, welche unsere dritte Forderung nicht erfüllt, zu Fehlerquellen Anlaß geben können. So können durch schlechte Beschaffenheit des Gases z. B. die Unterbrecherverhältnisse stark beeinflußt werden; ferner kann es sehr leicht vorkommen, daß durch die Benutzung anderer Röhrentypen an ein und demselben Apparat ganz erhebliche Änderungen in der Strahlenbeschaffenheit erfolgen. In allen diesen Fällen bedarf es der Nacheichung aller Dosimeter, welche unsere Forderungen nicht erfüllen.

Das dritte, bisher noch nicht besprochene Verfahren — von Fürstenau — verwendet zur Messung der Strahlendosis die Eigenschaft des Selens, seinen Widerstand unter dem Einfluß von Röntgenstrahlen zu ändern. Darauf, daß das Fürstenausche Intensimeter nicht die Intensität selbst angibt, sondern nur die von ihm absorbierte Dosis in einer bestimmten Beziehung zu seinem Ausschlag steht, die Bezeichnung Intensimeter also nicht als exakt anzusehen ist, möchte ich mich nicht näher einlassen. Selbstverständlich muß man diesen Unterschied unter Umständen beachten.

Nach Fürstenau verfährt man zur Messung der Dosis mit seinem Intensimeter folgendermaßen:

Man setzt die Zelle des Instrumentes denselben Strahlen aus, welche man zur Bestrahlung verwertet. Die vom Selen absorbierten Strahlen verursachen eine Widerstandsänderung. Der Betrag dieser Widerstandsänderung wird gemessen durch den Ausschlag des elektrischen Meßinstrumentes. Wir bekommen daher eine zahlenmäßige Angabe über eine Größe, welche jedenfalls porportional der Intensität der benutzten Röntgenstrahlen ist.

Je größer die abgelesene Intensität ist, um so kleiner muß natürlich die Zeit sein, welche notwendig ist, um mit diesen Strahlen eine bestimmte Dosis, z. B. die Erythemdosis, zu erreichen. Erreichen wir z. B. die Erythemdosis in 30 Minuten, wenn das Intensimeter uns anzeigt, daß wir eine Intensität = 10 F. haben, so wissen wir, daß wir mit einer Intensität = 5 F. doppelt so lange bestrahlen müssen.

Von unseren drei Forderungen erfüllt das Fürstenausche Meßverfahren die erste und zweite jedenfalls befriedigend. Die Empfindlichkeit könnte bei Benutzung von stark gefilterten Strahlen etwas größer gewünscht werden, als sie bei den bisher ausgeführten Instrumenten im allgemeinen ist. Es ist keinerlei Schwierigkeit vorhanden, diese Verbesserung anzubringen; Unterschiede zwischen mehreren Instrumenten lassen sich unter allen Umständen ein- für allemal zahlenmäßig festlegen, falls sie überhaupt vorhanden sind. In beiden Beziehungen ist daher das Fürstenausche Instrument, falls es die unangenehmen Ermüdungserscheinungen hinreichend vermeidet, vollkommen ausreichend.

Anders steht es mit dem dritten Punkt. Die Wirkung der Röntgenstrahlen auf den Ausschlag des Instrumentes wird bestimmt durch die Absorption im Selen. Der Gang der Absorption des Selens, also eines Metalles vom Atomgewicht 79, stimmt nun, wie zu erwarten, keineswegs mit dem Gang der Absorption im Gewebe überein. Infolgedessen muß die Eichung des Fürstenau-Instrumentes in biologischen Einheiten von Wellenlänge zu Wellenlänge verschieden werden, mit anderen Worten beim Übergang zu anderen Härtegraden muß das Instrument jedesmal neu geeicht werden, um richtige Resultate zu ergeben. Die Differenzen, welche Friedrich bei seinen Messungen gefunden hat bei Bestrahlung mit weichen und harten Strahlen, sind größer als 30%, also bereits, wenn man die oben aufgestellte Forderung an Genauigkeit einhalten will, zu groß.

Übergang zu noch härteren Strahlen würde den Fehler noch erheblich vergrößern.

Wir haben also festzustellen, daß nur ein einziges Meßverfahren alle drei Forderungen, die wir aufgestellt haben, zu erfüllen vermag, und zwar dasjenige mit Hilfe der von Röntgenstrahlen erzeugten Leitfähigkeit der Luft unter der Voraussetzung, daß die den Strahlen ausgesetzten Meßkammern nur Stoffe enthalten von niedrigem Atomgewicht.

Alle anderen Verfahren erfüllen unsere Forderungen nicht. Da es aber keine prinzipiellen Schwierigkeiten bereitet, mit Hilfe des einwandfreien Verfahrens die mit den anderen erhaltenen Werte zu korrigieren, scheiden sie deswegen keineswegs aus, nur bedarf es einer Nacheichung, die bei jeder Änderung des zur Bestrahlung benutzten Strahlengemisches zu wiederholen ist.

Die Kenntnis der Dosis, welche wir mit Hilfe dieser Instrumente entweder des immer richtig messenden Ioneninstrumentes oder eines mit seiner Hilfe geeichten, gewinnen, genügt nun noch keineswegs, um in der Tiefentherapie mit Sicherheit zu dosieren.

Es ist ja klar, daß alle Instrumente, die wir oben beschrieben haben, nur dann verwendbar sind, wenn man sie ohne Schwierigkeit den Strahlen aussetzen kann an den Orten, wo man die Dosis messen will. Diese Möglichkeit liegt nun in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle bei der Tiefentherapie nicht vor. Nur bei einzelnen, besonders bei gynäkologischen Bestrahlungen, ist es möglich, die Meßinstrumente in den Körper einzuführen und an Ort und Stelle die Dosis zu messen. Derartige Versuche sind schon früher allerdings mit geringem Erfolg mit Kienböckstreifen gemacht worden. Geeignet für



diese meßtechnisch ideale Methode ist dagegen ein Ionenmeßapparat in Verbindung mit einer sehr kleinen Ionisationskammer, wie sie von W. Hammer 1914 auf dem Röntgenkongreß demonstriert worden ist. Solche kleinen Kammern lassen sich auch nach den Friedrichschen Vorschriften aus Stoffen von niedrigem Atomgewicht herstellen.

Man ist indessen nur in wenigen Fällen in der Lage, diesen Vorteil auszunutzen, ist daher in allen anderen darauf angewiesen, die Tiefendosis aus der Oberflächendosis erst indirekt abzuleiten.

Wir haben daher als zweiten Teil unserer Aufgabe anzusehen die Beantwortung der Frage, wie man aus der an der Oberfläche des Körpers oder an irgendeinem anderen Punkt gemessenen Dosis einen Schluß ziehen kann auf die Dosis, welche an der zu beeinflussenden Stelle zur Absorption gelangt. Man war früher vielfach der Ansicht, daß man zu diesem Zweck nur den Absorptionskoeffizienten der benutzten Strahlenart und die Tiefe zu kennen brauche, um aus diesen beiden Größen die Tiefendosis aus der Oberflächendosis zu berechnen. Die Berechnung selbst erfolgt nach einer relativ einfachen Formel, die auch ohne Schwierigkeiten durch graphische Darstellungen, Kurven und Ähnliches, ersetzt werden kann.

Wir halten zunächst einmal fest, daß auch diese Berechnungsmethode unter allen Umständen die Kenntnis des Absorptionskoeffizienten voraussetzt. Wir sehen also, daß die Messung von Dosen in der Tiefentherapie sich nicht begnügen kann mit der Messung der Dosis allein, sie muß außerdem noch eine Messung des Absorptionskoeffizienten vornehmen. Mit anderen Worten, man bedarf außer der Dosismessung noch einer Härtemessung, und zwar muß diese Härtemessung eine hinreichend genaue sein, andernfalls würde die Genauigkeit, welche für die Messung der Dosis erreichbar ist, durch den größeren Fehler bei der Umrechnung auf die Tiefendosis wieder illusorisch werden.

Die üblichen Härtemesser von Wehnelt, Walter, Bauer usw. haben überhaupt keine Bedeutung für derartige Härtemessungen, da sie nie den Absorptionskoeffizienten selbst ergeben. Es können vielmehr ausschließlich nur die gleichen Meßinstrumente, wie wir sie oben geschildert haben, benutzt werden. Das Verfahren ist in allen Fällen das Folgende: Man bestrahlt den Reagenzkörper des Meßinstrumentes, z. B. die Kammer des Jontoquantimeters, mit den zu benutzenden Strahlen, einmal direkt, einmal unter Zwischenschaltung eines Filters. Aus dem Verhältnis der Ablaufzeit des Jontoquantimeters ergibt sich die Härte. In ähnlicher Weise kann man mit Kienböckstreifen, Sabouraudtabletten oder dem Fürstenau-Intensimeter arbeiten.

Die Berechnung der Tiefendosis wird jedoch auf diese Weise nicht sicher, wie genauere Untersuchungen zeigen. Allen Berechnungsverfahren ist ja zugrunde gelegt die Beziehung

$$J = J_0 \, e^{-\mu X},$$

wo J_0 die ursprüngliche Strahlenintensität, J die Strahlenintensität unter dem Filter, X die Dicke des Filters ist. Für die Berechnung wird zunächst angenommen, daß μ eine Konstante ist. Dieses ist nur dann der Fall, wenn die verwendeten Strahlen homogen sind. Homogen sind die Strahlen jedoch niemals, es kann immer nur eine mehr- oder mindergroße Annäherung an die Homogenität erzielt werden, die jedoch noch keineswegs überall durchgeführt ist. Um zahlenmäßige Angaben zu machen, bemerke ich, daß das übliche Filter von 3 mm Aluminium in keinem Falle genügt, um homogene Strahlen zu erzielen. Erst bei einer Filterstärke von 8 bis 10 mm Aluminium oder etwa 0,5 mm Zink oder Kupfer kann man von praktisch homogenen Strahlen reden. Dies gilt auch von den Strahlen der Lilienfeldröhre[1]).

Eine Berechnung der Tiefendosis aus der Oberflächendosis auf Grund des obengenannten Gesetzes und der aus ihm abgeleiteten Kurven führt daher notwendig bei Verwendung schwächerer Filter allein schon aus mathematischen Gründen zu groben Fehlern.

Abgesehen von diesem Fehler, der, wie gesagt, durch Anwendung starker Filter vermieden werden kann, kommt aber als zweiter derjenige in Betracht, der auf der Vergrößerung der Tiefendosis durch die Streustrahlung beruht. Wie groß dieser Fehler werden kann, geht am schlagendsten aus den Zahlen hervor, welche Friedrich angibt. Er fand, daß bei großem Bestrahlungsfeld (15×15 cm) die durch die Streustrahlen hervorgerufene Zusatzdosis etwa ebenso groß ist als die „primäre" Dosis, vorausgesetzt, daß man zu den Bestrahlungen sehr harte Strahlen nimmt.

Meine eigenen Versuche mit Wintz und Iten haben mich vor einiger Zeit zu ganz ähnlichen Ergebnissen geführt. Die Halbwertschicht von harten Röntgenstrahlen kann sich je nach der Gröe des

---

[1]) Ich möchte an dieser Stelle nochmals darauf hinweisen, daß Bezeichnungen wie „das" Zinkfilter usw., auf die man in der Literatur und namentlich bei mündlichen Unterredungen, immer wieder stößt, durchaus irreführend sind. Es hat sich eingebürgert, daß man als „das" Aluminiumfilter ein solches von 3 mm Dicke bezeichnet, als „das" Zinkfilter ein solches von 0,5 mm Dicke usw. Alle diese Filtermaterialien kann man miteinander nur vergleichen, wenn man äquivalente Dicken zugrunde legt. Da die Absorptionskurven für sehr harte Strahlen noch nicht genau bekannt sind, ist ein abschließendes Urteil über die Frage, welches das beste Material ist, noch nicht abgebbar. Im wesentlichen sind Zink, Kupfer und Aluminium, wenn sie in äquivalenten Dicken verwendet werden, als gleichwertig anzunehmen. Schwere Materialien, wie Blei, dagegen sind wegen der gerade im Bereich harter Strahlen liegenden selektiven Absorptionsgebiete ungünstig. (Glocker, Fortschritte a. d. G. d. Röntgenstrahlen XXV, S. 435.)

Feldes ganz verschieden ergeben. Nehmen wir nur ein sehr dünnes Strahlenbündel, welches gerade ausreicht, um unser Meßinstrument ganz mit Strahlen auszufüllen, so erhalten wir etwa 4 cm Halbwertschicht; nehmen wir ein Feld von 10×10 cm Größe, erhalten wir etwa 9 cm Halbwertschicht.

Welchen Wert der Halbwertschicht sollen wir nun in unsere Formel einsetzen? Nehmen wir z. B. den kleinsten, so berücksichtigen wir die Streu-Zusatzstrahlung nicht, berechnen also eine viel zu geringe Tiefendosis aus der Formel oder den Kurven, welche allein mit Hilfe des genannten Gesetzes gewonnen sind.

Wir müssen daher zur Berechnung der Tiefendosis aus der Oberflächendosis den empirischen Weg einschlagen und überhaupt auf die Messung des eigentlichen Absorptionskoeffizienten verzichten. Dessen Messung hat nur noch ein rein wissenschaftliches Interesse. Soll der Patient ein Feld von 10×10 cm Größe erhalten, so müssen wir an einem Phantom, an dem wir die Messung vornehmen wollen, ebenfalls genau das gleiche Feld und natürlich auch genau den gleichen Fokusabstand einstellen. Wir messen dann mit einem einwandfreien Instrument die Dosis an der Oberfläche und in der Tiefe, in der das zu bestrahlende Organ liegt. Das Verhältnis der Tiefendosis zur Oberflächendosis multipliziert mit hundert gibt uns dann die prozentuale Tiefendosis an.

Wenn wir aus irgendeinem Grunde nicht immer dieselbe Feldgröße anwenden wollen, sondern z. B. eine kleinere, so muß die Messung unter allen Umständen wiederholt werden. Eine Berechnung der Tiefendosen bei verschieden großen Feldern auseinander ist vor der Hand unmöglich.

Alle Kurven, welche in zahlreichen Büchern, Abhandlungen und Wandtafeln für den praktischen Gebrauch bisher gegeben worden sind, um die Tiefendosis aus der Oberflächendosis abzuleiten, sind demnach als im hohen Grade irreführend zu betrachten. Die Fehler, welche begangen werden, wenn man mit ihrer Hilfe die Tiefendosis aus der Oberflächendosis berechnet, können mehr als 100 % betragen.

Es bleibt daher nichts anderes übrig, als dieses ganze Kurvenmaterial endgültig als nicht maßgebend zu betrachten und durch ein neues zu ersetzen, welches die Streustrahlen berücksichtigt.

Derartige Darstellungen zu gewinnen, ist eine keineswegs einfache Aufgabe, da, wie ja hervorgehoben wurde, die durch die Streustrahlen bewirkte Zusatzdosis in hohem Grade abhängig ist von der Größe des Bestrahlungsfeldes. Die Beziehung zwischen Oberflächen- und Tiefendosis ist also nicht mehr allein durch die Tiefe bestimmt, sondern durch eine zweite Variable, die Feldgröße, mit anderen Worten, sie kann nicht mehr in eine einfache übersichtliche Kurvenform gebracht werden; vielmehr muß für jede Feldgröße eine neue Kurve gefunden werden und zwar auf dem mühsamen, allerdings dafür auch um so zuverlässigeren rein empirischen Weg.

Selbstverständlich würde es möglich sein, wenn man die Gesetze und Koeffizienten der Streuung für alle in Betracht kommenden Materialien kennt, eine Beziehung zwischen Oberflächendosis, Tiefendosis, Tiefe und Feldgröße in eine Formel zu fassen und damit ein- für allemal für jeden vorkommenden Fall die Dosis rein rechnerisch abzuleiten. Das Problem bietet allerdings sehr erhebliche mathematische Schwierigkeiten. Diese sind von Glocker großenteils bereits überwunden worden. Da jedoch die genaue Kenntnis der Koeffizienten der Streuung bei seinen Berechnungen vorausgesetzt werden mußte, ist sein Ergebnis vor der Hand als nicht sicher zu betrachten. Jedenfalls stimmt seine Berechnung mit den Beobachtungen von Friedrich noch keineswegs überein.

Für die Praxis wird es gleichgültig sein, in welcher Weise diese Schwierigkeiten überwunden werden. Festzustellen ist, daß im Augenblick noch kein Material zur allgemeinen Verfügung steht, um die Berechnung einwandfrei in bequemer Weise anzustellen. Die wichtigste Aufgabe der Meßkunst auf diesem Gebiet für die nächste Zeit wird darin bestehen, hier einzugreifen und in möglichst bequemer Form Tabellen oder Kurven zu schaffen, welche das Gewünschte leisten. Derartige Arbeiten sind an verschiedenen Stellen bereits im Gange. Es ist daher zu hoffen, daß in absehbarer Zeit diese Lücke ausgefüllt sein wird.

Voraussetzung für die Möglichkeit, derartige Tabellen überhaupt zu benutzen, ist, daß die benutzten Strahlen während der Bestrahlungsdauer als konstant anzusehen sind. Wie ich ausführte, ist die prozentuale Tiefendosis ja in erster Linie bestimmt durch die Härte. Wenn diese während der Bestrahlung schwankt, so entspricht die Tiefendosis natürlich nicht mehr derjenigen, welche man auf Grund einer einmaligen Messung am Panthom oder sonst wie vorgenommen hat. Es resultiert daher notwendig eine Unter- oder Überdosierung. Für alle Fälle, in denen man nicht an Ort und Stelle dosieren kann, wie bei den günstig liegenden gynäkologischen Bestrahlungen, ist daher das allererste Erfordernis, die Konstanz des Betriebes, und zwar ganz speziell Konstanz der Röhrenhärte.

Sämtliche besprochenen Dosimeter mit Ausnahme des nach Fürstenauschem Prinzip messen die Oberflächendosis unabhängig von irgendwelchen Schwankungen, für deren Messung bedarf es also nicht der Konstanz, die Bestimmung des in die Tiefe gelangenden Bruchteils verlangt sie aber unbedingt.

Andernfalls würden wir nämlich zwar die Oberflächendosis kennen, aber nicht wissen, wieviel Prozent von ihr in die Tiefe gelangt sind. Verhältnismäßig geringe Härteschwankungen können hier sehr große Differenzen herbeiführen. Schwankungen der Spannungen an der Röhre sind daher nicht allein wegen der Intensitätsschwankungen als vielmehr wegen der Härteschwankungen zu vermeiden.



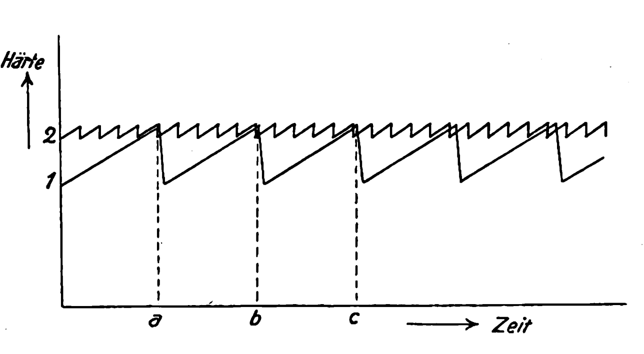
Unsere Betrachtung führt also zu dem Ergebnis, daß die Dosierung bei Tiefenbestrahlungen in der Mehrzahl der Fälle weitgehende Konstanz der Strahleneigenschaften während der Bestrahlungszeit erfordern, trotzdem die Mehrzahl der Dosimeter an diese Bedingung nicht gebunden sind.

Aus dieser Überlegung ist zu folgern, daß unter allen Umständen zu erstreben ist, daß die Röhrenhärte einer dauernden sicheren Kontrolle unterworfen wird.

Es ist daher notwendig, daß im Rahmen dieser Ausführungen auch die Frage erörtert wird, wie eine derartige Kontrolle durchzuführen ist und wie sich die verschiedenen Röhrenarten und Instrumentarien in dieser Beziehung verhalten. Für die Therapie, speziell die Tiefentherapie, kommen heutzutage ja wohl nur die Glühkathodenröhren und die ihnen ebenbürtigen Siederöhren, speziell die sogenannte selbsthärtende Siederöhre, in Betracht. Die Glühkathodenröhre, wie sie Coolidge angegeben hat, und ihre Abarten haben nun zweifellos die Eigenschaft, gegen Spannungsschwankungen des Elektrizitätsnetzes, an welches sie angeschlossen sind, sehr empfindlich zu sein. Eine geringe Steigerung der Netzspannung z. B. hat eine entsprechende Änderung der den Glühdraht heizenden Stromstärke zur Folge, dessen Elektronenemission steigt daher. Nun ist aber die Zunahme der Elektronenemission keineswegs proportinal der Erhöhung der Stromstärke, sondern sie wächst in sehr viel höherem Maße. Eine Änderung der Glühstromstärke um wenige zehntel Amperes, wie sie durch eine geringe Netzschwankung herbeigeführt werden kann, ändert daher die Stromstärke, welche das Rohr durchfließt, sehr nennenswert. Da nun bei Therapieröhren im allgemeinen die getrennte Regulierung von Härte und Röhrenstromstärke, insbesondere bei Induktorbetrieb, nicht möglich ist, folgt daraus, daß auch die Röhrenhärte in demselben Maße wie die Elektronenemission durch die Netzschwankung beeinflußt wird, also relativ schwache Netzschwankungen schon stärkere Änderungen der Härte mit sich bringen.

Die andere Abart der Glühkathodenröhre, die Lilienfeldröhre, weist diesen Fehler in geringerem Umfange auf. Dafür hat sie aber bekanntlich den Fehler, bei Betrieb mit hohen Spannungen, wie er für die Tiefentherapie unbedingt erforderlich ist, eine Alterserscheinung zu zeigen, welche sich darin äußert, daß die Stärke des durch das Rohr fließenden Stromes dauernd heruntersinkt. Diese Eigenschaft ist, wie aus der Literatur zu ersehen ist, derart stark, daß dieser Röhrentyp für härteste Tiefentherapie aus diesem Grunde keine Anwendung finden kann. Wenn sie bei tieferen Spannungen auch nicht in so ausgiebiger Form auftritt, so hat sie natürlich auf die Eigenschaften des Rohres immer Einfluß. Die zu fordernde Konstanz der Röhre ist bei ihm nicht vorhanden und daher bei der Dosierung große Vorsicht am Platze, um nicht unliebsame Unter- oder Überdosierungen zu erhalten.

Am günstigsten stellt sich nach den Erfahrungen vieler Kliniken in dieser Beziehung das alte Ionenrohr, welches ja, wie die Messungen ergeben haben, hinsichtlich Härte und Intensität der mit ihm erzielbaren Strahlen den beiden gasfreien Röhren keineswegs nachsteht, sie sogar in manchen Beziehungen schlägt. Die Konstanz des Betriebes ist bei dieser Röhrenart mit Hilfe der automatischen Regenerierung in sehr vollkommener Weise erreicht. Woher das rührt, ist ohne Schwierigkeit zu erkennen, wenn man sich die Arbeitsweise einer automatisch regulierten Ionenröhre einmal näher ansieht. Bei Handregulierungen pflegt man ja so zu verfahren, daß man in dem Augenblick, in dem das Rohr so hart wird, daß es den Induktorstrom nicht mehr hindurchlassen will, die Regulierung — in diesem Falle wohl ausschließlich die Osmoregulierung — durch Betätigen des Gashahnes in Wirkung setzt. Dabei wird der Röhre eine gewisse Gasmenge zugeführt, welche sie wieder weicher macht und für einige Zeit den Betrieb wieder zuläßt. Während dieser Zeit findet wieder eine dauernde Zunahme der Härte statt. Die Kurve der Härte hat daher, wenn wir als Abzissen die Zeiten, als Ordinaten die Härte auftragen, etwa den Verlauf der Kurve 1.



Zu den Zeiten *a*, *b*, *c* wird die Regulierung betätigt.

Wie man sieht, schwankt die Härte der Röhre zwischen zwei relativ weit auseinander liegenden Werten hin und her. Das Zeitintervall *a*, *b* bzw. *b*, *c*, während dessen die Härte ansteigt, ist um so länger, je mehr die Röhre überregeneriert worden ist. Es muß das Ziel der Regenerierkunst sein, durch möglichst knappes Regenerieren dieses Zeitintervall entsprechend dem Kurventeil *a*, *b* möglichst klein zu halten. Man kommt dabei aber sehr bald dazu, daß die Betätigung von Hand aus nicht mehr möglich ist. Hier setzt nun das von Wintz vorgeschlagene automatische Regulierverfahren ein, welches — auf nähere Ausführungen der technischen Einzelheiten will ich mich hier nicht einlassen — ermöglicht, genau im Augenblick, in welchem das Rohr undurchlässig wird, eine minimale Gasmenge dem Rohr automatisch zuzuführen. Das Rohr selbst wird fabrikatorisch so eingestellt, daß es eine sehr große Härtungsgeschwin-

digkeit besitzt. Die geringe Gasmenge wird daher in sehr kurzer Zeit aufgebraucht und das Rohr spielt daher dauernd um die Lage herum, in welcher es gerade eben noch für den Strom durchlässig ist. Die Härtekurve nimmt daher in diesem Falle die Form der Kurve 2 an. Wie man sieht, ist durch diesen Kunstgriff erstens einmal die mittlere Härte gegenüber dem normalen Betrieb derartiger Röhren wesentlich gesteigert, zweitens aber ist sie durch den automatischen Betrieb vollkommen konstant gemacht worden.

Wie die Erfahrungen großer Kliniken bewiesen haben, genügt die Konstanz eines derartigen Betriebes allen Anforderungen. Man ist daher, was die Kenntnis der prozentualen Tiefendosis anbelangt, gerade bei diesem Rohr seiner Sache sehr sicher.

Die Kontrolle der Härte vollzieht sich bei vielen Betrieben dieser Art so, daß ein Voltmeter, welches parallel der Primärspule des Induktors liegt, beobachtet wird. Seine Einstellung, die natürlich eine willkürliche Beziehung zum Härtegrad enthält, ebenso wie das bekannte Klingelfußsche Sklerometer, dient nur dazu, um die Einstellung zu kontrollieren. Hat man einmal durch Messung festgestellt, wie groß bei einer bestimmten Stellung dieses Voltmeters die prozentuale Tiefendosis ist, so kann man sicher sein, daß bei konstant gehaltenen Betriebsbedingungen die prozentuale Tiefendosis ein- für allemal den gleichen Wert besitzt.

Bei Glühkathodenröhren läßt sich selbstverständlich eine derartige Kontrolle mit demselben Mittel oder einem ihm äquivalenten erreichen.

Durch das Milliamperemeter läßt sich weiterhin die Stromstärke im Rohr mit beliebiger Genauigkeit kontrollieren. Man ist daher bei einer gut durchgebildeten modernen Apparatur wohl stets in der Lage, Härte und Intensität der erzeugten Röntgenstrahlen unter dauernder Kontrolle mit Hilfe von unmittelbar ablesbaren Instrumenten zu erhalten. Wenn man nun mit Hilfe des Jontoquantimeters etwa festgestellt hat, wie groß die Dosen sind, welche bei einer bestimmten Einstellung der Kontrollinstrumente die benutzten Röhren geben, ist man in der Lage, ohne weiteres nach Zeit zu dosieren.

Da wir gesehen haben, daß die Konstanz des Betriebes eine sowieso zu erfüllende Bedingung ist, wenn man die Tiefendosis mit Sicherheit in der Gewalt haben will, alle Maßnahmen, um sie zu sichern also, trotzdem sie für die Messung der Oberflächendosis unnötig sind, angewandt werden müssen, ist zu folgern, daß die sogenannte Dosimetrie nach Zeit auch bei den gestellten hohen Anforderungen an Genauigkeit durchaus diskutabel ist.

Selbstverständlich kann dieses Verfahren die Dosimeter nicht entbehren, weil für jede neue Röhre, die in Betrieb genommen werden muß, im allgemeinen eine Untersuchung notwendig ist, in wieviel Zeit sie eine bestimmte Dosis, etwa die Erythemdosis, bei bestimmter Einstellung der Betriebsapparatur gibt, und diese Dosis muß selbstverständlich mit einem genauen Dosimeter festgestellt werden. Da aber die Erfahrung zeigt, daß bei richtiger Behandlung der Apparaturen, ein und derselben Einstellung der Widerstände, Unterbrecher usw., kontrolliert durch entsprechend geschaltete Volt- und Milliamperemeter, die von einer guten Röhre abgegebene Dosis immer die gleiche bleibt, genügt es, wenn diese Ausdosierung nur ab und zu erfolgt. In der Bestrahlung selbst dagegen kann man dann sich auf reine Zeitmessungen beschränken und dabei trotzdem mit großer Sicherheit dosieren. Die Praxis hat gezeigt, daß es möglich ist, die zu fordernde Genauigkeit von 20% auch für intensiven Dauerbetrieb in sehr großen strahlentherapeutischen Stationen dauernd zu erreichen.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß dieses Verfahren, welches eine Kombination der direkten dosimetrischen Verfahren mit den indirekten darstellt, dasjenige ist, welches die praktisch brauchbarste Lösung darstellt.

Unsere Betrachtungen führen uns also zusammengefaßt zu folgendem Ergebnis:

Wir besitzen in dem Ionenmeßapparat mit Meßkammer aus Stoffen von niedrigem Atomgewicht ein Instrument, welches allen Anforderungen, die wir aufgestellt haben, entspricht. Mit seiner Hilfe sind wir in die Lage versetzt, alle anderen Dosimeter, die, was Bequemlichkeit der Handhabung anbelangt, dieses Instrument zu übertreffen vermögen, zu eichen, um wenigstens für eine einmal ausgebildete Bestrahlungstechnik mit ihrer Hilfe mit der gleichen Sicherheit zu dosieren, wie mit dem Ionenmeßapparat. Die Oberflächendosis zu bestimmen ist daher ohne weiteres möglich.

Die Berechnung der Tiefendosis aus der Oberflächendosis verlangt jedoch eine zweite Messung und Schaffung von Tabellen und Kurven, welche die Streustrahlung berücksichtigen und erst noch zu schaffen sind. Voraussetzung für ihre Anwendung ist völlige Konstanz der Härte der benutzten Strahlen.

Wenn diese Forderung einmal erfüllt ist, bietet sich aber auch die Möglichkeit, nunmehr die etwas schwierige Messung der Oberflächendosis in der Praxis erheblich zu vereinfachen, indem man von geschultem Personal die Eichung der benutzten Röhren von Zeit zu Zeit vornimmt und sich auf bequem ablesbare Kontrollinstrumente an den eigenen Therapieständen verläßt. Die zurzeit noch jedenfalls bestehende Schwierigkeit, daß die Ionenmeßapparate nicht ohne weiteres von jedem gehandhabt werden können, wird daher in vielen Fällen auf diese Weise unschädlich gemacht werden können.

Die technische Vorbedingung, Konstanz des Betriebes, ist durch die modernen Röhren und Apparaturen bereits in weitgehendem Maße gewährleistet.

Immelmann, Schriftführer.



Röntgenvereinigung in Bonn.

Auf Anregung von Geheimrat Prof. Paul Krause trat am 25. VII. 1919 in Bonn eine Röntgenvereinigung zusammen zum Zwecke gegenseitiger Förderung durch Vorträge, Demonstrationen und Fortbildungskurse in physikalischen, photographischen, röntgentechnischen, diagnostischen wie therapeutischen Fragen. Die Beteiligung an der Neugründung war erfreulich rege, insbesondere traten auch Herren des pathologischen, anatomischen und physiologischen Institutes bei, sowie Botaniker, mehrere Physiker und Röntgentechniker.

Mit dem Vorsitz wurde Prof. Krause betraut.

Vorträge: 1. Prof. Dr. phil. Grebe: **Die neueren physikalischen Arbeiten über Röntgenstrahlen.** Nach einer kurzen Besprechung der physikalisch verschiedenen Natur der „Bremsstrahlung" und der „charakterischen Röntgenstrahlung" wurde die Lauesche Methode zur Erzeugung von Röntgenstrahlinterferenzen behandelt. Es wurde sodann auf die neueren Arbeiten der beiden Bragg, sowie Moseley und Darwin, Siegbahn, Wagner und anderen, die im Anschluß an die Lauesche Entdeckung der Erforschung der Röntgenspektren gewidmet waren, eingegangen und die Gesetzmäßigkeiten zwischen Röntgenspektren und Lagen der Elemente im periodischen System gekennzeichnet. Die Bedeutung dieser, die physikalische Erkenntnis der Röntgenstrahlen fördernden Arbeiten für die Röntgentechnik wurde erläutert.

2. Dr. Freiherr von Teubern: **Erfahrungen mit dem Pneumoperitoneum in der ambulanten Praxis der medizinischen Poliklinik** (mit Demonstrationen).

von Teubern hat 22 Pneumoperitoneen angelegt. Er gebrauchte zur Lufteinführung den Brauerschen Pneumothoraxapparat und berichtet über angestellte intraabdominelle Druckmessungen. Die Anlegung des Pneumoperitoneums gestaltete sich ziemlich schmerzlos und ohne besondere Schwierigkeiten, indes erlebte von Teubern anschließend bei fast allen ambulant untersuchten Kranken 2—4 Tage erheblichen Übelbefindens infolge der Bauchaufblähung. Die positive diagnostische Ausbeute war in von Teuberns Fällen relativ gering: Leber, Milz und Nieren fand er gut dargestellt, die Gallenblase war in 3 Fällen von pathologischer Vergrößerung zu sehen; die Milz zeigte sich meist ziemlich beweglich; zweimal konnte er Wanderniere und einmal Nierensteine feststellen. Ein großer Pilztumor wurde im Pneumoperitoneum falsch gedeutet, wie die spätere Operation ergab (Demonstration im Bilde). Im allgemeinen sind nach von Teuberns Ansichten Leber, Milz und Nieren die für pneumoperitoneale Untersuchungen am geeignetsten Objekte. Magen- und Darmdiagnosen konnte von Teubern nicht mit Sicherheit stellen, er weist zudem auf die Gefahren der Magenaufblähung mit Brausepulver hin. An Hand zweier Bilder mit augenscheinlich sicherem Magentumorschatten, der bei der Operation nicht gefunden wurde, betont Vortragender die Notwendigkeit äußerst kritischer Betrachtung. Auch die intraabdominellen Verwachsungserscheinungen, von denen mehrere Bilder demonstriert werden, ließen sich mittels der Luftkontrastuntersuchung nicht vollkommen klären. Zusammenfassend kommt daher von Teubern zu dem Urteil, daß die Methode, welche bei ambulanter Handhabung nicht schmerzlos wie auch nicht ganz harmlos genannt werden kann, in der Praxis nur auf die diagnostisch besonders schwierigen Fälle zu beschränken ist, wo die bisherigen schonenderen Untersuchungsmethoden nicht zum Ziele geführt haben.

Diskussion: Herr Pütter bespricht die Eigenarten und bisherigen Kenntnisse der intraabdominellen Druckerscheinungen.

Herr P. Krause berichtet über eine erlebte Magenblutung bei Magenaufblähung mit Kohlensäure; er betont nochmals die beträchtlichen, an die pneumoperitoneale Untersuchung sich anschließenden Beschwerden und mahnt zu großer Zurückhaltung gegenüber der Untersuchungsmethode, welche sich für die ambulante Praxis zurzeit noch nicht eigne. von Teubern.

b) Journalliteratur.

Medizin. Klinik. 1919. Nr. 17.

G. Holzknecht und Fr. Pordes (Wien): **Organisatorisches zur Röntgentherapie.** Zur Kräfteersparnis, die im Massenbetrieb notwendig ist, formulieren Holzknecht und Pordes zu Beginn der Behandlung einen „Behandlungsplan". Dieser Plan wird in Art einer arithmetischen Formel niedergeschrieben, so daß dem Leiter ein Blick auf den Planentwurf zur Beurteilung genügt. Holzknecht und Pordes sind der Ansicht, daß dadurch die administrative Arbeit weitgehend eingeschränkt und Zeit für die ärztlichen Aufgaben gewonnen werde. In dem Behandlungsplan von Holzknecht und Pordes bedeutet 6 fp_0, daß in 6 Feldern an einem Tag bestrahlt werden soll. Es bedeutet 7/3, daß 7 H bei einer Abdeckung mit 3 mm-Filter verabfolgt wird. Ein hinzugefügtes P, dem ein Intervall in kleinen Ziffern



angebogen wird, bedeutet die Pausen der Bestrahlungsserien. Bei wiederholten Bestrahlungen wird eine Klammer verwandt, an deren Ende die Zahl der Einzelbestrahlungen gesetzt wird. So bedeutet: 2 Fp_o (7/3 P_o) 3: 2 unabgedeckte Felder an einem Tage bekommen je 7 *H*, durch 3 mm Al gefiltert. Solche Bestrahlungen erfolgen im Abstand von 14 Tagen 3 mal. (Verschiedene Institute werden sicherlich verschiedene Schemata gebrauchen und praktisch finden. D. Ref.)

Centralblatt für Chirurgie. 1919. Nr. 15.

Wilhelm Reinhard (Hamburg): **Ein Fall von einem 22 cm langen verschlucktem Fremdkörper** (Eisenstück, welches durch Enterotomie aus dem Ileum entfernt wurde). Ein 28jähriger Soldat beging aus Angst vor Bestrafung Selbstmordversuch, indem er ein Stück eiserner Strebe sich bei stark nach hinten geneigtem Kopf in den Schlund schob. Der Fremdkörper passierte. Anfangs bestanden Magenschmerzen, später Schmerzkoliken unteshalb des rechten Rippenbogens, dann Schmerzen in der Nabelgegend. Das fühlbare Eisenstück wechselte die Lage, endlich blieb nur noch das eine Ende links vom Nabel fühlbar. Es bestanden Leibschmerzen und Tenesmen, vorübergehend Diarrhoeen. Die Röntgenuntersuchung ergab Vorhandensein eines etwa 20 cm langen Metallstabs im Abdomen, der von der Höhe des linken Darmbeinkammes schräg nach rechts in das Becken hinabreichte. Es wurde angenommen, daß der im Dünndarm liegende Fremdkörper zwischen Becken und Bauchwand eingekeilt sei. Bei der Laparotomie (linksseitiger Pararectalschnitt) fanden sich am Anfang und Ende des Eisenstabs brandige Stellen der Darmwand mit Verklebung. Der Stab lag im untersten Ileum etwa 15 cm vor dem Coecum. Der vorliegende Dünndarm war stark ödematös gequollen. Nach Extraktion, Tamponade (Becken und verklebte Bauchwand) folgte in 3 Wochen glatte Heilung. Die spätere Zwölffingerdarm-Untersuchung mit Röntgenstrahlen ergab keine Anomalie dieses Darmabschnittes. Um so auffallender ist die tiefe Abwanderung eines derart großen Fremdkörpers.

Strahlentherapie. Bd. 9, Heft 1.

Alfred Leopold (Klagenfurt): **Über die Einwirkung der künstlichen Höhensonne bei Keuchhusten.** Leopold hatte früher bei der Röntgenbestrahlung von Keuchhustenkindern (zufällige Beobachtung, jeweils 3 Minuten Bestrahlung der Vorder- und Rückseite) und neuerdings bei Quarzsonnenanwendung (5—20 Bestrahlungen) ausgezeichneten Erfolg Stets erfolgte prompte Reaktion. Die Anfälle waren nach den ersten Bestrahlungen sehr gemildert und die Kur wurde länger fortgesetzt, weil die Steigerung des Appetits und die rasche Wiederherstellung der Kräfte offensichtlich waren.

4. Sonderband für Strahlentherapie. Urban-Schwarzenberg, Berlin-Wien 1919. p. 258 mit 2 Textfiguren und 7 farbigen Tafeln. Preis geb. M. 20.—, brsch. M. 18.—.

Ludwig Adler (Wien): **Die Radiumbehandlung maligner Tumoren.** Die Monographie bringt einen Rechenschaftsbericht über Versuche, Erfolge und Mißerfolge der Radiumtherapie an der I. Universitäts-Frauenklinik in Wien, nebst einem Bericht über 250 behandelte Fälle. In dem 1. Teil der Abhandlung sind die chemischen, technischen und physikalischen Grundlagen zusammengestellt. Aus praktischen Gründen wird die Quantität der Strahlung aus Größe von Radiummenge und Dauer der Bestrahlung berechnet. Die einzelnen Träger wurden bei konstanter Filterung auf die Haut desselben Individuums ausgewertet: Maximaldosis für gesunde Haut, Erythemzeit und Verbrennung. Die bei Karzinom angewandte Dosis muß das Karzinom sicher und völlig zerstören ohne schwere Schädigung des umgebenden Gewebes zu bedingen. Für die Tiefenbestrahlung kommt Distanzbestrahlung, Dauerbestrahlung und intermittierende Behandlung in Betracht (Filterauswahl!). Die Schädigungskurve des Karzinoms steigt rascher an als die des normalen Gewebes. Vernichtung des Karzinoms durch eine einmalige Bestrahlung ist unmöglich. Bei der intermittierenden Bestrahlung ist die Blase am meisten gefährdet (Entleerung!). Bei Steigerung der Dosis soll die Bestrahlungsdosis die Letaldosis für das Karzinom nicht übersteigen. Je nach den Verhältnissen muß zentrale Applikation, periphere Applikation, Kreuzfeuer angewendet werden. Die Radiumbehandlung wirkt auf Blutung und Jauchung, auf Schmerzen, auf das Allgemeinbefinden usw. — Als Schädigungen kommen Verbrennungen gesunder Umgebung, Störungen in der Funktion der Nachbarorgane, Spätnekrosen in Frage. In dem 2. Teil sind die klinischen Ergebnisse der Radiumbehandlung der Karzinome zusammengefaßt, anhangsweise wird über prophylaktische Nachbestrahlung operierter Fälle und die Radiumbehandlung nicht maligner Erkrankungen berichtet. Adler kann sich zu operationsloser Behandlung operabler Karzinomfälle nicht verstehen (primäre Mortalität der Radiumbehandlung, Auftreten von Metastasen während der Behandlung, Schwierigkeit konsequenter Durchführung der Bestrahlung und Schwierigkeit der Indikationsstellung zum Abbruch der Bestrahlung). Die Ergebnisse bei Dauerbestrahlung waren schlecht. Bei intermittierender Bestrahlung wurden unter 5 inoperablen Sarkom- und Karzinosarkomfällen 2 geheilt, unter 9 inoperablen Vulva-Karzinomfällen 5 geheilt, unter 14 inoperablen Scheiden-Karzinomfällen 2 geheilt, unter 3 inoperablen Korpus-Karzinomfällen 2 geheilt. Unter 137 inoperablen Kollum-Karzinomfällen sind 28 geheilt. Der ausführlichen Darstellung sind genaue Krankengeschichten und gut ausgeführte Tafeln beigegeben. Die Arbeit



orientiert ohne übermäßige Breite, gerade durch die Beschränkung auf eine große persönliche Erfahrung ausgezeichnet über den derzeitigen Staud der Radiumtherapie bei Anwendung eines gegebenen Instrumentariums ohne Mitanwendung anderer sogenannter spezifischer Behandlungsmethoden.

Strahlentherapie. Bd. 9, Heft 1.

R. Gassul (Berlin): **Experimentelle Studien über die biologische Wirkung des Quecksilber-Quarzlichtes (künstliche Höhensonne) auf die inneren Organe.** Untersuchungen an weißen Mäusen: als Lichtquelle diente die Bachlampe von Siemens und Halske, sowie die Neonlampe (rotes Licht). Abstand 45, bzw. 35 cm. — Die Bestrahlung dauerte im allgemeinem 2 Stunden. Die biologischen Effekte nahmen mit Zunahme der Strahlendosis zu (zunehmende Hyperämie), eventuell mit Volumzunahme des betreffenden Organs, mit Blutungen, Zellinfiltration usw. — Aus allen Versuchen ist ersichtlich, daß das Quecksilber-Quarzlicht eine direkte Tiefenwirkung auf die inneren Organe und Blutgefäße ausübt (nach Neuberg auch chemische Vorgänge). Die durch rotes Licht gesetzten Veränderungen waren viel geringer. Danach muß die therapeutische Forschung bestrebt sein, Schädigungen, die bei protahierter Behandlung entstehen können, zu vermeiden.

A. Menzel (Bochum): **Über Strahlenbehandlung bei inneren Krankheiten.** Menzel bespricht an der Hand von Krankengeschichten (Lungentuberkulose, Skrofulose, Bauchdrüsentuberkulose, Pleuritis, chronischer Gelenkrheumatismus, Schuppenflechte) die therapeutische Wirkung der Quarzsonnenbestrahlung. Diese stellt einen starken allgemeinen Konstitutionsreiz dar und ist eine kräftige Art der Hautreizung. Die Behandlung muß langsam einschleichend sein, zunächst Bestrahlung von wenigen Minuten bei 1 m Abstand und Steigerung in 2—3tägigen Intervallen. Die Quarzsonnenbestrahlung wird bei Tuberkulose ähnlich wie die Tuberkulinbehandlung durch Hervorrufung von Lokal- und Allgemeinreaktionen bewirkt. Die Skrofulose, nervöse Zustände, Rekonvaleszenz, Anämie usw. können durch Quarzsonnenbestrahlung ausgezeichnet beeinflußt werden. (Ersatz für günstiges Klima, Badekur, natürliche Besonnung.) M. empfiehlt auch bei Rheumatikern, für Nierenkranke in der Rekonvaleszenz die Bestrahlung. Die Röntgen-Tiefenbestrahlung übt bei der Mehrzahl der inneren Erkrankungen, bei denen sie angewandt wird einen relativ hyperämisierenden Reiz aus. Es ist unwahrscheinlich, daß durch die Röntgen-Tiefenbestrahlung eine direkte Zerstörung des tuberkulösen Gewebes erfolgt. Diese dürfte auf Rechnung der unter der Bestrahlung eintretenden Hyperämie zu setzen sein. Auch chronische Bronchitien, asthmatische Erkrankungen werden durch die von Röntgenstrahlen ausgelöste Hyperämisierung, mit Rückbildung chronisch entzündlicher Schwellung und Minderung der spastischen Zustände, günstig beeinflußt. Auch bei Basedow-Erkrankungen, zunächst $^1/_2$ Erythemdose auf einem Feld, allmählich bis 4 Erythemdosen auf jedes Feld, zumal in Kombination mit sonst üblicher Therapie hat M. gute Erfolge gesehen. Die Röntgen-Tiefenbestrahlung des erkrankten Magens (Spasmen, Geschwüre, Sekretionsstörungen), Tiefenbestrahlung bei Ischias und chronischem Rheumatismus mit isolierter Gelenkschwellung, zumal in Kombination mit Allgemeinbehandlung und Quarzsonne erwies sich häufig als erfolgreich.

Elisabeth Reeder (Duelken): **Bestrahlungen der Myome und Metropathien an der Marburger Universitäts-Frauenklinik.** Die an der Marburger Frauenklinik geübte Bestrahlungsweise nach Kirstein hält den Mittelweg zwischen Hamburger (kleine Dosen) und Freiburger Richtung (große Strahlenmenge) ein. Unter 131 bestrahlten Frauen haben sich 9, d. h. 7,6 % vorzeitig der Behandlung entzogen. Primär geheilt wurden 107 Kranke, d. h. 88,4 %. 3 Patientinnen wurden gebessert = 2,5 %. 10 mal = 8,3 % wurden Rezidive beobachtet. Bei einer Metropathie versagte die Behandlung = 0,8 %. Danach beträgt das Gesamtresultat der günstigen Erfolge (Rezidivbestrahlung mit Erfolg eingeschlossen) 99,2 %. D. h., wenn es gelingt, Fehldiagnosen zu vermeiden, werden in der Marburger Frauenklinik nahezu alle Myom- und Metropathiekranke durch die Röntgenbestrahlung ohne daß Intensivbestrahlung notwendig ist, amenorrhoisch gemacht. Nur in 6 Fällen mußten über 100 Erythemdosen verabfolgt werden. Die Hälfte der geheilten und gebesserten Myome benötigten bis zu 40 und die Hälfte der geheilten und gebesserten Methropatien bis zu 30 Erythemdosen. Fünf Röntgenerytheme 1. Grades, drei 2. Grades wurden beobachtet. Verbrennungen kamen zustande dadurch, daß 2 Felder an ihren Rändern sich gedeckt hatten oder Verbrennung erfolgte an den Stellen, wo die Fürstenausche Selenkammer aufgelegen hatte (Sekundärstrahlung!).

Hans Schumann (Marburg): **Über einen Fall von Schwangerschaft nach Röntgenkastration mit dem Ergebnis eines normal entwickelten Kindes.** Eine dicht vor dem Klimakterium stehende Frau, bei der in früheren Jahren operativ das linke Ovarium entfernt war und bei der zur Erzielung vollständiger Kastration in 6 Sitzungen 47 Erythemdosen (3 Felder) appliziert wurden, konzipierte nach einjähriger Röntgenamonorrhoe und nach nur zweimaliger Kohabitation von ihrem 52jährigem Mann und brachte durch Kaiserschnitt mit Entfernung des noch gebliebenen Ovariums ein vollkommen normales Kind zur Welt. Möglicherweise, wenigstens nach dem Ergebnis der histologischen Untersuchung des exstirpierten Ovariums, ist das befruchtete Ei das erste gewesen, das überhaupt zur Reife gelangte.





W. Hausmann (Wien): **Über Strahlenhämolyse.** Es ist vorläufig noch nicht festgestellt, wie Lichthämolyse zustande kommt. Rote Blutkörperchen sind im allgemeinen gegen ultraviolette Strahlen nicht sehr empfindlich. Das Sonnenlicht der Ebene wirkt wegen des geringen Gehaltes an kurzwelligen Strahlen nur unerheblich auf normale Erythrozyten. Konzentriertes Kohlenbogenlicht der Quarz-Quecksilberdampflampe wirkt stark hämolytisch. In vivo spielt die Lichthämolyse bei Warmblütern kaum eine Rolle, wenn es sich nicht um sensibilisierte Erythrozyten handelt. Die Radiumhämolyse ist ebenso wie die durch Lichtstrahlen an eine Latenzzeit gebunden und verläuft langsamer als Lichthämolyse. Bei normaler Zirkulation ist eine Schädigung der Erythrozyten nicht zu erwarten, um so weniger, wenn Sensibilisation gegen Radiumstrahlen nicht gelungen ist. H. hält die Verwendung von Blutkörper-Agarplatten zu Versuchen über die hämolysierende Wirkung für geeignet. Die Erythrozytenplatte kann für Untersuchungen mit Kohlenbogenlicht und mit der Quarz-Quecksilberlampe ohne weiteres verwandt werden. Bei Sonnenbestrahlung, bei Bestrahlung mit der Halbwattlampe muß gekühlt werden. Auch bei Untersuchung der Radiumhämolyse sind Erythrozytenplatten geeignet, wofern Metallteile den Blutagar nicht berühren und man die größere Unempfindlichkeit der in Agar eingeschlossenen Blutkörperchen nicht zu scheuen braucht. Untersuchungen über Strahlenhämolyse können weiter in Reagenzröhrchen, in offenen Schälchen, in hängenden Tropfen, in der Zählkammer usw. vorgenommen werden.

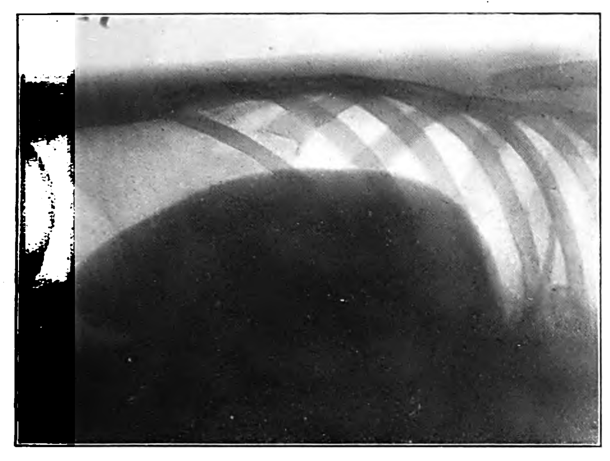
Manfred Fränkel (Berlin-Charlottenburg): **Der Wert der Milzbestrahlung bei der Bekämpfung der Lungentuberkulose mittels Röntgenstrahlen.** Im wesentlichen theoretische Darlegungen unter Berücksichtigung der physiologischen und pathologischen Bedeutung der Milz mit Eingehen auf das Arnethsche Blutbild, auf das Wesen der Tuberkulinwirkung bei bestimmter Strahlenapplikation usw. Die theoretischen Darlegungen sollen das Verfahren Fraenkels „kombinierter Bestrahlung der Milz, des lymphatischen Apparates und der erkrankten Organe" begründen. Für den tuberkulösen Herd sind nach Fraenkel hohe Dosen, für die Allgemeinwirkung sind schwache Reizdosen anzuwenden.

Strauß (Berlin): **Über die Strahlentherapie der Tuberkulose bei der östlichen Bevölkerung.** Die Mitteilung von Strauß bezieht sich auf Kriegserfahrungen bei der polnischen Bevölkerung. Der ungebildete Pole kommt erst in desolatem Zustand, der gebildete auch erst auf Umwegen in ärztliche Behandlung. Strauß berichtet besonders über periphere chirurgische Tuberkulose, über tuberkulöses Lymphom und über Lupus. Bei allen Fällen von Lymphomerkrankungen konnte eine Beteiligung der Lunge festgestellt werden (Drüsen im Hilus, Adhäsionen der Pleura, Spitzenveränderungen). Der Erfolg der Bestrahlung des tuberkulösen Lymphoms entsprach nicht den Erwartungen. Meist kamen eitrig verkäste Lymphome zur Behandlung, die seltenen nicht vorgeschrittenen Lymphomfälle dürfen zur Gattung der Strahlen refraktärer Fibrolymphomfälle gehört haben. (Nach Mueller eignen sich für die Bestrahlung nur das gutartige tuberkulöse Lymphom und das tuberkulöse Fibrogranulom, während das tuberkulöse Fibrolymphom, das tuberkulöse eitrig-käsige Lymphom und das tuberkulöse eitrig-käsige Fibrogranulom für Strahlenbehandlung nicht in Frage kommen. Nach Mueller sind stark auf Tuberkulineinspritzung reagierende Lymphomfälle von der Röntgenbehandlung auszuschließen.) Die Erfolge waren vorzüglich, wenn nach der Operation Bestrahlung erfolgte. Das kombinierte Verfahren ist indiziert, wenn bei einer Bestrahlung Neigung zu Vereiterung besteht oder der Erfolg längere Zeit ausbleibt. Die Gelenkerkrankungen, insbesondere der oberen Gliedmaßen zeigten unter Sonnenbehandlung Erfolge, wie man sie sonst nur von Hochgebirgskuren erwarten kann. Auch bei Wirbelkaries — in den Stadien vor der Lähmung — wurden Erfolge erzielt. Wenig erfreuliche Resultate waren bei Mischinfektionen zu sehen. Es scheint durchweg verkehrt, durch einen Eingriff eine geschlossene Tuberkulose in eine offene zu verwandeln. Bei Mischinfektionen und durch Sonnenbehandlung nicht rasch beeinflußbaren offenen Tuberkulosen wurde tunlichst bald operiert und sekundär besonnt. Bei der Gelenktuberkulose älterer Individuen waren die Ergebnisse der Lichttherapie ganz ungünstig. Die wenigen zur Behandlung gekommenen Lupusfälle wurden gut beeinflußt: Zuerst Sonnenbäder, dann harte gefilterte Röntgenstrahlen, 10 X mit Wiederholung nach 3 Wochen. Die Ergebnisse der Bestrahlung bei Lungentuberkulose waren überraschend gut. (Strauß fand bei fast allen Lungentuberkulosen im Osten erhöhte Lymphozytenwerte. [Danach, nach früherer Untersuchung, Eignung für erfolgreiche Strahlentherapie.]) Zunächst wurde der Kranke durch diffuses Tageslicht für die Behandlung vorbereitet, danach mit halbstündiger Leibbesonnung begonnen und je nach dem Grad der Pigmentbildung die Bestrahlungszeit vergrößert. Nach mehrmonatlicher Sonnenbehandlung wurden 20 X harte gefilterte Strahlung einmal von vorn, einmal von hinten verabreicht mit Wiederholung nach 3 und 6 Wochen. Massendosen zur Bestrahlung der Lunge sind nicht empfehlenswert. Die Röntgenstrahlen sind nur ein Ersatz oder eine Ergänzung für das fehlende Sonnenlicht. In der ganzen Tuberkulosebehandlung ist das eigentlich wirksame der Strahlentherapie noch nicht geklärt. Die Wirkung der Sonnenstrahlen und der ultravioletten Strahlen wird als Allgemeinwirkung aufgefaßt. (Umsetzung? Pigmentbildung und Umformung?) Für die in die Tiefe reichende Röntgenwirkung kommt die Radiosensibilität junger Zellen in Betracht, ev. auch Allgemeinwirkung.

Carl Klieneberger (Zittau).

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.

Fig. 1.



Kugelleber (durch Gallenstauung).

Fig. 2.



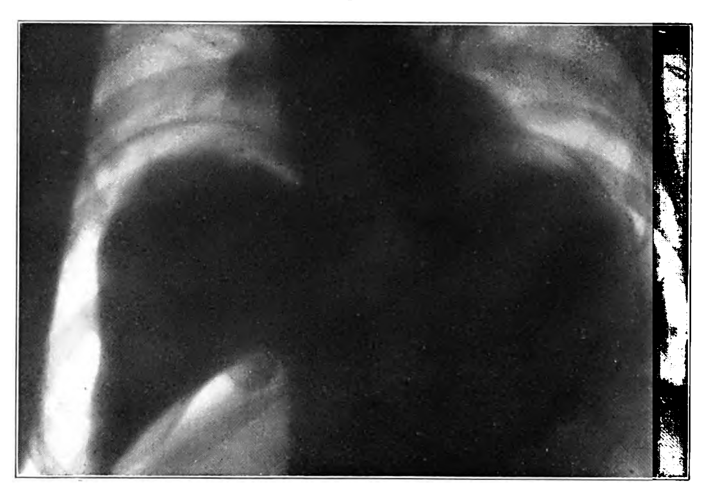
Primäres Leberkarzinom (Rückenlage); über dem Zwerchfell Herz, darunter die verunstaltete Leber.

Fig. 3.



Peritonealkarzinose (Rückenlage). Karzinomknoten der Bauchwand. — Verwachsungen.

Fig. 4.



Leber durch Verwachsungen im Zwerchfellraum festgehalten, daher Unterfläche und Gallenblase sichtbar.

Fig. 5.



Sichtbarer link. Leberlappen (Verwachsung mit dem Zwerchfell). — Milz senkrecht neben Wirbelsäule herabhängend.

Fig. 6.



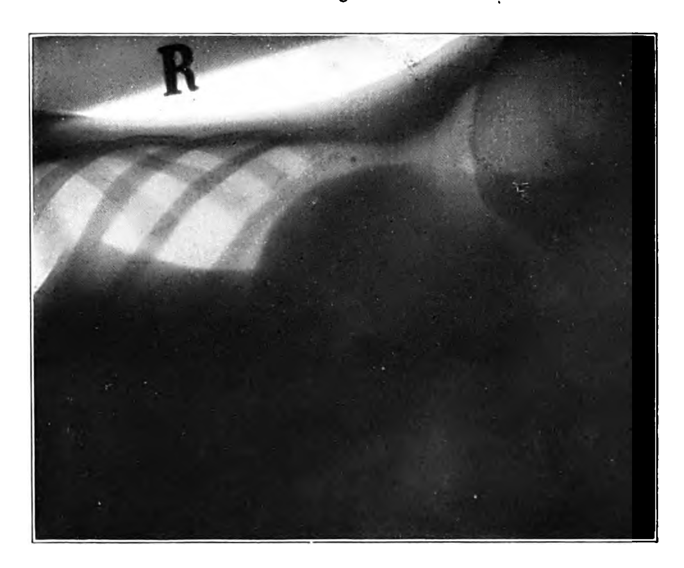
Große Ovarialcyste (Rückenlage). Verwachsungen mit der Leberkante.

Fig. 7.



Linke Niere, teilweise von Milz überlagert (Seitenlage). Linke Beckenschaufel u. M. psoas sichtbar.

Fig. 8.



Rechte Niere (derselbe Fall) stark vergrößert (Nierentuberkulose).

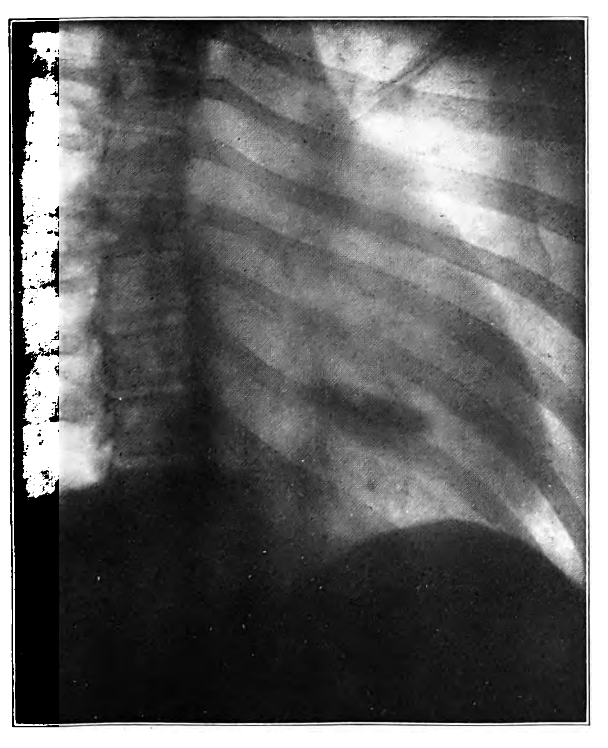


Fig. a.



Fig. b.

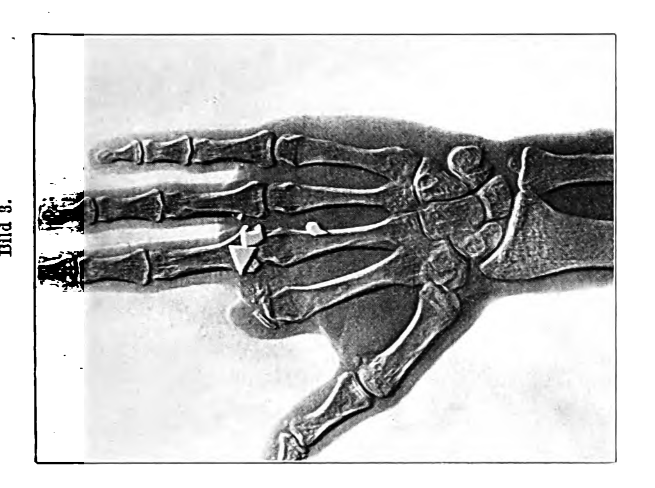


Bild 3.

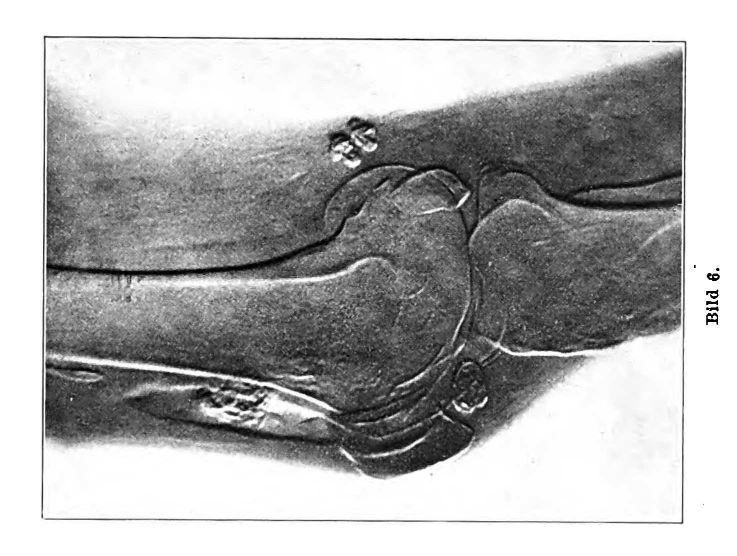


Bild 6.

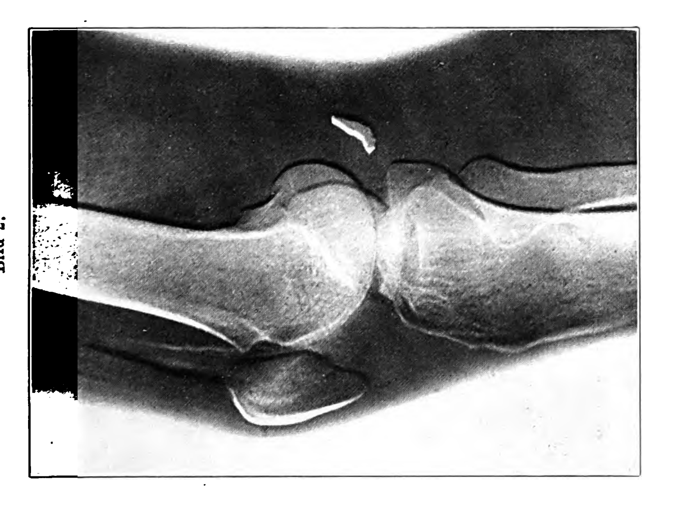


Bild 2.

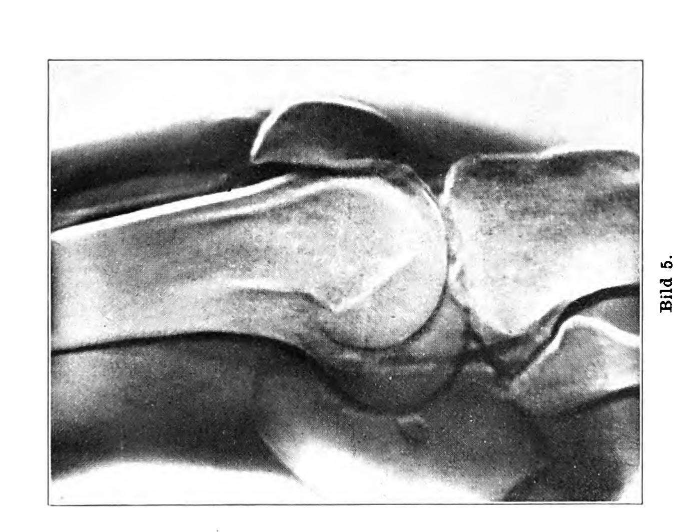


Bild 5.

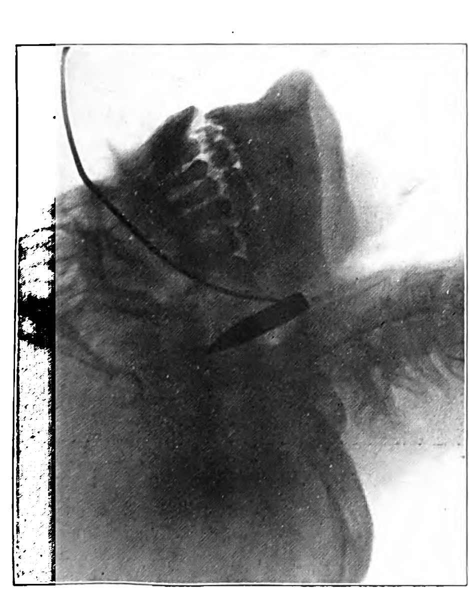


Bild 1.

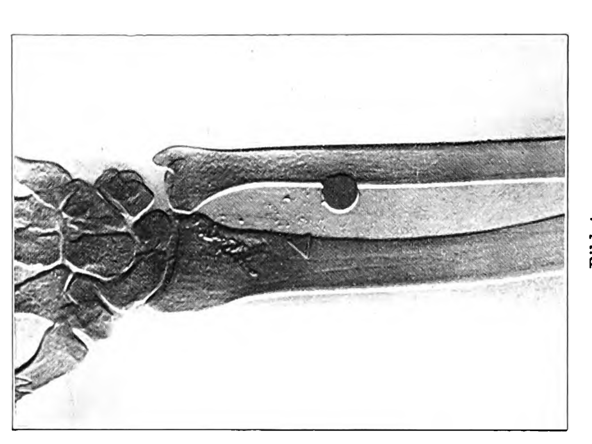


Bild 4.



Fig. 1.

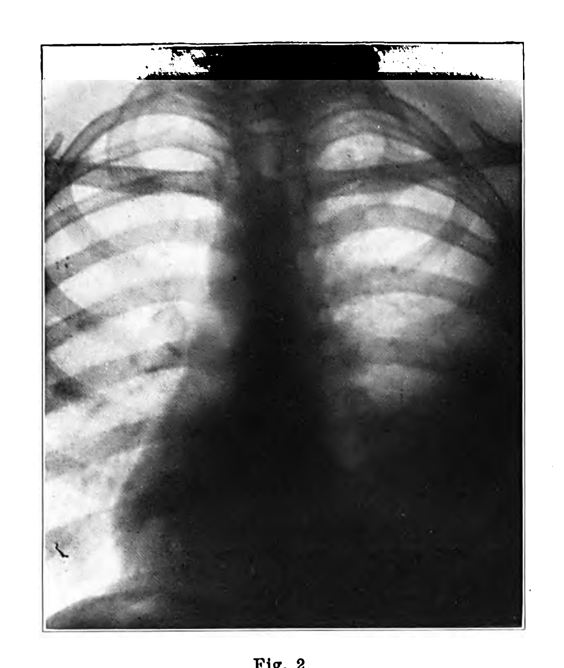


Fig. 2.



Fig. 3.

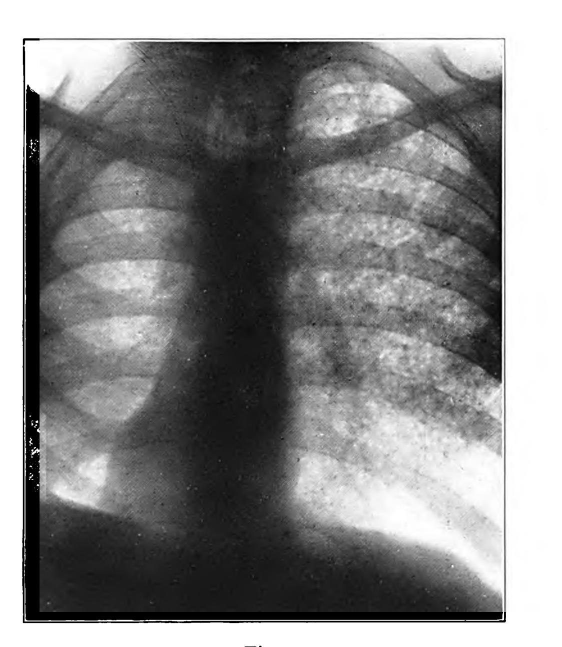


Fig. 4.

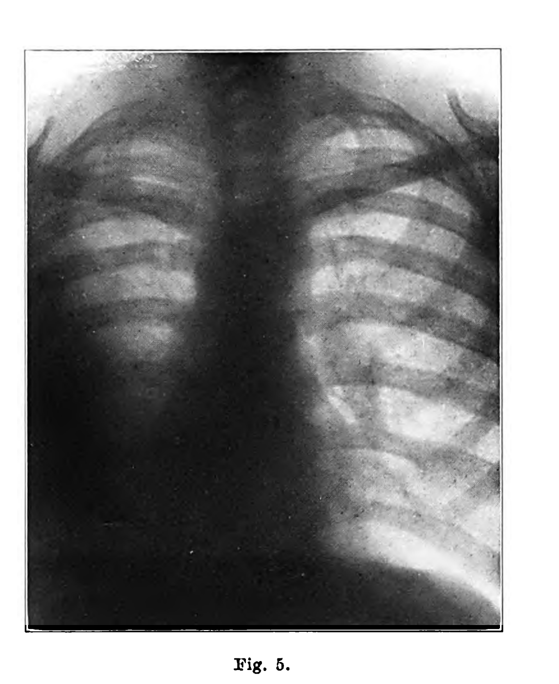


Fig. 5.



Fig. 6.

Band XXVI Ausgegeben am 28. Oktober Heft 1

Fortschritte

auf dem Gebiete der

Röntgenstrahlen

Unter Mitwirkung von

Prof. Dr. v. **Bergmann** in Marburg, Dr. **Christen** in München, Prof. Dr. **Deneke** in Hamburg, Prof. Dr. **Deycke** in Lübeck, Oberstabsarzt Dr. **Drüner** in Quierschied, Prof. Dr. **Eberlein** in Berlin, Prof. Dr. **G. Forssell** in Stockholm, Prof. Dr. **Forster** in Bern, Prof. Dr. **Eugen Fraenkel** in Hamburg, Prof. Dr. **L. Freund** in Wien, Prof. Dr. **Gocht** in Berlin, Prof. Dr. **Grashey** in München, Dr. **Groedel** in Frankfurt a. M., Prof. Dr. **Grunmach** in Berlin, Oberarzt Dr. **Haenisch** in Hamburg, Prof. Dr. **Holzknecht** in Wien, San.-Rat Dr. **Immelmann** in Berlin, Prof. Dr. **Kienböck** in Wien, Prof. Dr. **Klieneberger** in Zittau, Prof. Dr. **A. Köhler** in Wiesbaden, Prof. Dr. **Kölliker** in Leipzig, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **P. Krause** in Bonn, Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Kümmell** in Hamburg, Prof. Dr. **Küttner** in Breslau, Stabsarzt a. D. **Lambertz** in Berlin, Prof. Dr. **Levy-Dorn** in Berlin, Prof. Dr. **J. E. Lilienfeld** in Leipzig, Dr. **Lorey** in Hamburg, Prof. Dr. **Ludloff** in Breslau, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Oberst** in Halle, **G. E. Pfahler**, M. D. in Philadelphia, Prof. Dr. **H. Rieder** in München, Prof. Dr. **Rumpf** in Bonn, Generalstabsarzt Prof. Dr. **v. Schjerning** in Berlin, Dr. **H. E. Schmidt** in Berlin, Prof. Dr. **F. Schultze** in Bonn, Hofrat Prof. Dr. **Sick** in Hamburg, Obergeneralarzt Dr. **Stechow** in Berlin, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Tillmanns** in Leipzig, Prof. Dr. **Voller** in Hamburg, Prof. Dr. **Walter** in Hamburg und Prof. Dr. **Wertheim-Salomonson** in Amsterdam

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Hamburg

Lucas Gräfe & Sillem

(Edmund Sillem)

1918

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen erscheinen bei Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Strasse 82 I, in Bänden von je 6 Heften. Abonnementspreis 40 Mark pro Band.

Inhalt.

Sachregister.

Literatur-Register der Fortschritte 1897—1907 in Band XI. (Sep.-Abdruck Preis M. 1.—.)

Namenregister (ein * bedeutet Originalartikel).

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.)

Band XXVI Ausgegeben am 27. Februar Heft 2

Fortschritte

auf dem Gebiete der

Röntgenstrahlen

Unter Mitwirkung von

Prof. Dr. v. **Bergmann** in Marburg, Dr. **Christen** in München, Prof. Dr. **Deneke** in Hamburg, Prof. Dr. **Deycke** in Lübeck, Oberstabsarzt Dr. **Drüner** in Quierschied, Prof. Dr. **Eberlein** in Berlin, Prof. Dr. **G. Forssell** in Stockholm, Prof. Dr. **Forster** in Bern, Prof. Dr. **Eugen Fraenkel** in Hamburg, Prof. Dr. **L. Freund** in Wien, Prof. Dr. **Gocht** in Berlin, Prof. Dr. **Grashey** in München, Prof. Dr. **Groedel** in Frankfurt a. M., Prof. Dr. **Grunmach** in Berlin, Oberarzt Dr. **Haenisch** in Hamburg, Prof. Dr. **Holzknecht** in Wien, San.-Rat Dr. **Immelmann** in Berlin, Prof. Dr. **Kienböck** in Wien, Prof. Dr. **Klieneberger** in Zittau, Prof. Dr. **A. Köhler** in Wiesbaden, Prof. Dr. **Kölliker** in Leipzig, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **P. Krause** in Bonn, Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Kümmell** in Hamburg, Prof. Dr. **Küttner** in Breslau, Stabsarzt a. D. **Lambertz** in Berlin, Prof. Dr. **Levy-Dorn** in Berlin, Prof. Dr. **J. E. Lilienfeld** in Leipzig, Dr. **Lorey** in Hamburg, Prof. Dr. **Ludloff** in Breslau, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Oberst** in Halle, **G. E. Pfahler**, M. D. in Philadelphia, Prof. Dr. **H. Rieder** in München, Prof. Dr. **Rumpf** in Bonn, Generalstabsarzt Prof. Dr. **v. Schjerning** in Berlin, Dr. **H. E. Schmidt** in Berlin, Prof. Dr. **F. Schultze** in Bonn, Hofrat Prof. Dr. **Sick** in Hamburg, Obergeneralarzt Dr. **Stechow** in Berlin, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Tillmanns** in Leipzig, Prof. Dr. **Voller** in Hamburg, Prof. Dr. **Walter** in Hamburg und Prof. Dr. **Wertheim-Salomonson** in Amsterdam

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Hamburg

Lucas Gräfe & Sillem

(Edmund Sillem)

1919

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen erscheinen bei Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Strasse 82 I, in Bänden von je 6 Heften. Abonnementspreis 40 Mark pro Band.

Inhalt.

Sachregister.

Literatur-Register der Fortschritte 1897—1907 in Band XI. (Sep.-Abdruck Preis M. 1.—.)

Namenregister (ein * bedeutet Originalartikel).

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.)

Band XXVI Ausgegeben am 5. Juni **Heft 3**

Fortschritte

auf dem Gebiete der

Röntgenstrahlen

Unter Mitwirkung von

Prof. Dr. v. **Bergmann** in Marburg, Dr. **Christen** in München, Prof. Dr. **Deneke** in Hamburg, Prof. Dr. **Deycke** in Lübeck, Oberstabsarzt Dr. **Drüner** in Quierschied, Prof. Dr. **Eberlein** in Berlin, Prof. Dr. **G. Forssell** in Stockholm, Prof. Dr. **Forster** in Bern, Prof. Dr. **Eugen Fraenkel** in Hamburg, Prof. Dr. **L. Freund** in Wien, Prof. Dr. **Gocht** in Berlin, Prof. Dr. **Grashey** in München, Dr. **Groedel** in Frankfurt a. M., Prof. Dr. **Grunmach** in Berlin, Prof. Dr. **Haenisch** in Hamburg, Prof. Dr. **Holzknecht** in Wien, San.-Rat Dr. **Immelmann** in Berlin, Prof. Dr. **Kienböck** in Wien, Prof. Dr. **Klieneberger** in Zittau, Prof. Dr. **A. Köhler** in Wiesbaden, Prof. Dr. **Kölliker** in Leipzig, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **P. Krause** in Bonn, Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Kümmell** in Hamburg, Prof. Dr. **Küttner** in Breslau, Stabsarzt a. D. **Lambertz** in Berlin, Prof. Dr. **Levy-Dorn** in Berlin, Prof. Dr. **J. E. Lilienfeld** in Leipzig, Oberarzt Dr. **Lorey** in Hamburg, Prof. Dr. **Ludloff** in Breslau, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Oberst** in Halle, **G. E. Pfahler**, M. D. in Philadelphia, Prof. Dr. **H. Rieder** in München, Prof. Dr. **Rumpf** in Bonn, Generalstabsarzt Prof. Dr. v. **Schjerning** in Berlin, Prof. Dr. **F. Schultze** in Bonn, Hofrat Prof. Dr. **Sick** in Hamburg, Obergeneralarzt Dr. **Stechow** in Berlin, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Tillmanns** in Leipzig, Prof. Dr. **Voller** in Hamburg, Prof. Dr. **Walter** in Hamburg und Prof. Dr. **Wertheim-Salomonson** in Amsterdam

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Hamburg

Lucas Gräfe & Sillem

(Edmund Sillem)

1919

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen erscheinen bei Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Strasse 82 I, in Bänden von je 6 Heften. Abonnementspreis 40 Mark pro Band.

Inhalt.

Sachregister.

Literatur-Register der Fortschritte 1897—1907 in Band XI. (Sep.-Abdruck Preis M. 1.—.)

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.)

Band XXVI Ausgegeben am 22. August **Heft 4/5**

Fortschritte

auf dem Gebiete der

Röntgenstrahlen

Unter Mitwirkung von

Prof. Dr. v. **Bergmann** in Marburg, Dr. **Christen** in München, Prof. Dr. **Deneke** in Hamburg, Prof. Dr. **Deycke** in Lübeck, Oberstabsarzt Dr. **Drüner** in Quierschied, Prof. Dr. **Eberlein** in Berlin, Prof. Dr. **G. Forssell** in Stockholm, Prof. Dr. **Forster** in Bern, Prof. Dr. **Eugen Fraenkel** in Hamburg, Prof. Dr. **L. Freund** in Wien, Prof. Dr. **Gocht** in Berlin, Prof. Dr. **Grashey** in München, Privatdoz. Dr. **Groedel** in Frankfurt a. M., Prof. Dr. **Haenisch** in Hamburg, Prof. Dr. **Holzknecht** in Wien, San.-Rat Dr. **Immelmann** in Berlin, Prof. Dr. **Kienböck** in Wien, Prof. Dr. **Klieneberger** in Zittau, Prof. Dr. **A. Köhler** in Wiesbaden, Prof. Dr. **Kölliker** in Leipzig, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **P. Krause** in Bonn, Geh. San.-Rat Prof. Dr. **Kümmell** in Hamburg, Prof. Dr. **Küttner** in Breslau, Stabsarzt a. D. **Lambertz** in Berlin, Prof. Dr. **Levy-Dorn** in Berlin, Prof. Dr. **J. E. Lilienfeld** in Leipzig, Privatdoz. Dr. **Lorey** in Hamburg, Prof. Dr. **Ludloff** in Breslau, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Oberst** in Halle, **G. E. Pfahler**, M. D. in Philadelphia, Prof. Dr. **H. Rieder** in München, Prof. Dr. **Rumpf** in Bonn, Generalstabsarzt Prof. Dr. **v. Schjerning** in Berlin, Prof. Dr. **F. Schultze** in Bonn, Hofrat Prof. Dr. **Sick** in Hamburg, Obergeneralarzt Dr. **Stechow** in Berlin, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Tillmanns** in Leipzig, Prof. Dr. **Voller** in Hamburg, Prof. Dr. **Walter** in Hamburg und Prof. Dr. **Wertheim-Salomonson** in Amsterdam

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Hamburg
Lucas Gräfe & Sillem
(Edmund Sillem)
1919

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen erscheinen bei Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Strasse 82 I, in Bänden von je 6 Heften. Abonnementspreis 40 Mark pro Band.

Inhalt.

Sachregister.

Literatur-Register der Fortschritte 1897—1907 in Band XI. (Sep.-Abdruck Preis M. 1.—.)

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.)

Band XXVI Ausgegeben am 17. Oktober **Heft 6**

Fortschritte

auf dem Gebiete der

Röntgenstrahlen

Unter Mitwirkung von

herausgegeben von

Professor Dr. Albers-Schönberg

Hamburg

Lucas Gräfe & Sillem

(Edmund Sillem)

1919

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen erscheinen bei Lucas Gräfe & Sillem in Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Strasse 82 I, in Bänden von je 6 Heften. Abonnementspreis 40 Mark pro Band.

Inhalt.

Sachregister.

Literatur-Register der Fortschritte 1897—1907 in Band XI. (Sep.-Abdruck Preis M. 1.—.)

Namenregister (ein * bedeutet Originalartikel).

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.)


The Ohio State University
3 2436 001766136
Fortschritte auf dem Gebiete der R
RC78F74
001
V26